

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Metody zvyšování životnosti a spolehlivosti mostových jeřábů

**Methods for Increasing the Operating Life and Reliability
of Overhead Cranes**

Student:

David Láník

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **David Láník**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování
Téma: **Metody zvyšování životnosti a spolehlivosti mostových jeřábů**
Methods for Increasing the Operating Life and Reliability of Overhead Cranes
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci řešení bakalářské práce provedte optimalizaci vybraných uzlů u mostového kovacího jeřábu s nosností 330 t.

Dále zpracujte:

- rešerši dané problematiky
- analýzu současného stavu
- porovnání funkčnosti a účinnosti pásové a kotoučové brzdy
- návrh vhodného typu obložení
- konstrukční návrh brzdy včetně 3D modelu v systému CAD
- příslušnou výkresovou dokumentaci
- diagnostiku opotřebení obložení
- možnosti zlepšení funkčnosti a životnosti nejvíce poruchových komponent

Bližší specifikace nutných technických údajů a požadavků bude upřesněna v průběhu řešení bakalářské práce ve spolupráci s firmou VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.

Seznam doporučené odborné literatury:

- JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1.vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.
HAVLÍČEK J. a kol. *Provozní spolehlivost strojů (2. přepracované vydání)*. Praha, SZN 1989. 616 s. ISBN 80-209-0029-2.
ZIEGLER, J., HELEBRANT, F. *Technická diagnostika výrobních zařízení*. VŠB Ostrava, 1992. 175 s. ISBN 80-7078-111-4.
LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
POŠTA, J., ČERNOVOL, M. AJ. *Renovace strojních součástí*. SVÚM a.s. – ČTS, Praha, 1998. 160 s. ISBN 80-902015-6-3
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Jaroslav Melecký**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 16. května 2016



.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- Jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠT-TUO.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)
- Beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledky její obhajoby.

V Ostravě: 16. května 2016

Jméno a příjmení autora
Adresa trvalého pobytu



.....
podpis

David Láník
Oráčova 1, 70030, Ostrava

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LÁNÍK D. *Metody zvyšování životnosti a spolehlivosti mostových jeřábů*: Bakalářská práce. OSTRAVA: VŠB – Technická universita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2016, 60s. Vedoucím práce: Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Bakalářská práce se zabývá přechodem z pasové brzdy na kotoučovou brzdou. Pomocí výpočtů porovnám brzdňý moment pasové brzdy s brzdou kotoučovou. Dále popisují nejčastější poruchy kovacího mostového jeřábu a jejich příčiny. V bakalářské práci se zmíním o možnosti zlepšení nejčastěji poruchových částí, modernizací některých strojních uzlů a tak zvyšování životnosti a spolehlivosti jeřábů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mostový jeřáb, kotoučová brzda, pásová brzda, brzdňý moment.

ANNOTATION OF THESIS

Láník D. *Methods for Increasing the Operating Life and Reliability of Overhead Cranes: Bachelor Thesis*. OSTRAVA: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2016, 60 s. Thesis head: Dr. Ing Jaroslav Melecký.

The bachelor thesis deals with the transition from bands brake to disc brake. Using calculation compare the braking torque of bands brake with disc brake. Then I describe the most frequent failures of the overhead cranes and their causes. In the thesis it is going to be mentioned the possibility of improving the most faulty parts, modernization of some machine nodes, thus increasing the life and reliability of cranes.

KEYWORDS

Bridge crane, disc brake, bands brake, the braking torque.

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Rozdělení mostových jeřábů	5
3	Brzdy a brzdové obložení	6
	3.1.1 Brzdové obložení	7
4	Historie kovárny a kovací jeřábů 330 t B1 a B2.....	10
5	Mostový kovací jeřáb 330 t B1	13
5.1	Kovací mostový jeřáb 330t	14
5.1.1	Pojezd jeřábů.....	14
5.2	Hlavní kovací kočka 330t	16
5.2.1	Zdvih hlavní kovací kočky 330t	16
5.2.2	Pojezd hlavní kovací kočky 330t.....	18
5.3	Pomocná odklízecí kočka 100t	19
5.3.1	Zdvih pomocné odklízecí kočky 100t	19
5.3.2	Pojezd pomocné odklízecí kočky 100t	20
5.4	Pomocná kovací kočka 100t	20
5.4.1	Zdvih pomocné kovací kočky 100t	21
5.4.2	Jízda pomocné kovací kočky 100t.....	22
5.5	Pomocná kočka 20t.....	23
5.5.1	Zdvih pomocné kočky 20t	23
5.5.2	Pojezd pomocné kočky 20t.....	24
5.6	Kabina jeřábu	25
6	Posouzení stávajícího stavu jeřábu	28
7	Poruchovost	33
8	Brzdy mostového kovacího jeřábu 330t	35
8.1.1	Dvoučelist'ová brzda.....	35
8.1.2	Pásová brzda	36
8.1.3	Kotoučová brzda BSFI 300	37

8.2	Výpočty pásové a kotoučové brzdy	38
8.2.1	<i>Výpočty pásové brzdy</i>	38
8.2.2	<i>Výpočet kotoučové brzdy</i>	41
8.3	Vyhodnocení výpočtů	41
9	Výměna pásové brzdy za brzdou kotoučovou	43
9.1	Montáž kotoučové brzdy	43
10	Test dvou různých dodavatelů obložení	46
11	ZÁVĚR	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:	51
	SEZNAM GRAFŮ:	53
	SEZNAM TABULEK:	53
	SEZNAM PŘÍLOH:	53

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a	[ks, mm]	počet třmenů, délka páky
b	[mm]	šířka pásu, vzdálenost uchycení pásu
e	[-]	Eulerovo číslo
f	[-]	součinitel tření
m	[kg]	hmotnost
t	[N]	síla v tahu
v	[m·s ⁻¹]	obvodová rychlost
D	[mm]	průměr
F _B	[Nm]	brzdná síla
F _c	[N]	přítlačná síla
F _o	[N]	obvodová síla
M _B	[Nm]	brzdný moment
M _U	[Nm]	moment ubrzdění
NS	[-]	nákladové středisko
OK	[-]	ocelová konstrukce
P	[W]	výkon
S, F	[N]	síla
T	[N]	síla v tahu
α	[rad]	úhel opásání
μ	[-]	koeficient tření
π	[-]	Ludolfovo číslo

1 Úvod

Jeřáby patří mezi velmi specifické zařízení a v dnešní době jsou nedílnou součástí ve výrobním procesu. Slouží k přepravě břemen, materiálu a ve speciálně upravených koších můžeme přepravovat osoby. Obvykle se skládá z nosné konstrukce, pojezdového a zdvihového ústrojí. Pohyb jeřábů je většinou omezen jeřábovou dráhou nebo pracovním prostorem. Výjimkou jsou mobilní a plovoucí kolejové jeřáby, které se přemisťují do určeného pracovního prostoru. Práce na takovém zařízení vyžaduje profesionální přístup. Jeřábům a zdvihacím zařízením se nedostává takové pozornosti z hlediska údržby jako jiným výrobním agregátům.

Cílem mé bakalářské práce je posoudit modernizaci brzdného systému kovacího jeřábu a výměnu pásové brzdy za brzdu kotoučovou. Pro zvýšení životnosti jeřábu provedu diagnostiku stávajícího stavu a navrhnu možné řešení poruchových uzlů.

2 Rozdělení mostových jeřábů

Jeřáby můžeme dělit několika způsoby podle tvaru, pohonu jeřábu nebo podle využití jeřábu a místa používání. Mostové jeřáby se vyznačují tím, že hlavní část jeřábu je nosný most s pojezdovým a zdvihovým ústrojím. Z tohoto hlediska se nejčastěji rozděluje jeřáby podle použití: [2]

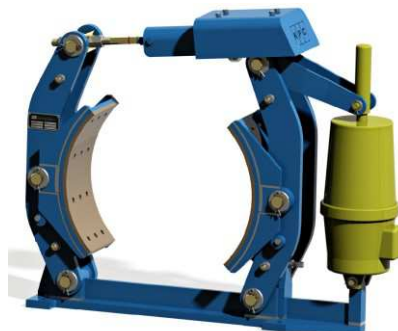
- kovací mostový jeřáb,
- kalící mostový jeřáb,
- sázecí mostový jeřáb,
- licí mostový jeřáb,
- drapákové mostové jeřáby,
- magnetové mostové jeřáby,
- stohovací mostové jeřáby,
- speciální mostové jeřáby.

3 Brzdy a brzdové obložení

Brzdy patří mezi bezpečnostní prvky jeřábu, které zabraňují samovolnému spuštění břemene a samovolnému pohybu jeřábu po jeřábové dráze, také slouží k regulování pohybu. Dnešní nároky na výrobu a bezpečnost práce jsou mnohem náročnější, z toho důvodu starší brzdy a brzdné systémy nesplňují podmínky bezpečného provozování stroje. Proto brzdy bývají mnohdy nahrazovány novým a spolehlivějším brzdým systémem, popřípadě se provádí renovování stávajících brzd. Renomované firmy zabývající se brzdým systémem např. Svendborg Brakes, Královo Pole Cranes a.s., PSP pohony a.s., stále vyvíjejí nové a spolehlivější brzdy, které slouží ve všech průmyslových odvětvích.



Obr. 1 Kotoučová brzda [8]



Dvoučelist'ová brzda [9]

Rozlišujeme tři základní druhy brzd:

- stavěcí brzda – slouží k zastavení při ukončení hnací síly. Stavěcí brzdy se používají na jeřábech u zdvihového ústrojí, kdy je zapotřebí zastavit pohyb břemene, [2]
- regulační brzda – slouží pro regulování pohybu a následné zastavení. Tento typ brzd se nejčastěji používá pro pojezd jeřábu nebo pojezd jeřábové kočky. Kde je nutné nejdřív pohyb zpomalit a poté zastavit, aby nedocházelo k nežádoucímu pohybu břemene, [2]
- spouštěcí brzdy – slouží k spouštění a zadržování břemene.[2]

Druhy brzd: [1]

- čelist'ová brzda,
 - ✓ jednočelist'ová,
 - ✓ dvoučelist'ová,
- pasová brzda,
 - ✓ jednoduchá,
 - ✓ diferenciální,
 - ✓ součtová,
- kotoučová brzda,
- bubnová brzda,
- lamelová brzda,
 - ✓ elektromagnetické,
 - ✓ hydraulické,
 - ✓ pneumatické,
- elektro brzdy,
 - ✓ odporové,
 - ✓ protiproudové,
 - ✓ vířivé,
- kuželové brzdy,
- speciální.

3.1.1 Brzdové obložení

Brzdové obložení prošlo velkou změnou, když z ekologického důvodu bylo zakázáno používat asbest (osinek) v přísadách obložení. Asbestové složky v obložení zlepšovaly odolnost vůči teplotám vzniklé brzděním. Vývoj obložení jde stále dopředu a je dokonalejší z důvodu větších nároků na bezpečnost a nákladů na údržbu. Každý výrobce a dodavatel, má své vlastní označení obložení.

Některé použité materiály a označení obložení: [7]

- Ferodo – FER 3070 – je lisovaný bezasbestový kaučukopryskyřičný třecí materiál s obsahem minerálních látek.
- Kovokeramické obložení TYP K5 AD – vyráběné spékáním železografitových materiálů.

- Kovokeramické obložení TYP K5 480 – zpracování obložení se provádí slinováním železografitových materiálů.
- Brzdové obložení JU 666 – vyráběné v pásech, válcovaná extrudovaná, směs kaučuku, minerálních vláken, pryskyřice.
- Kovokeramické obložení TYP S 300 – obsahuje třecí železografitový materiál a k jeho základní železné složce jsou přidávány jemnější přísady než u materiálů K, které jsou následně zpracovány slinováním.

Obložení se dělá v různém provedení:

- tkané,
- v pásech,
- segmenty,
- brzdové destičky.



Obr. 2 Brzdové obložení [10]

Uchycení brzdového obložení na brzdovou čelist se provádí:

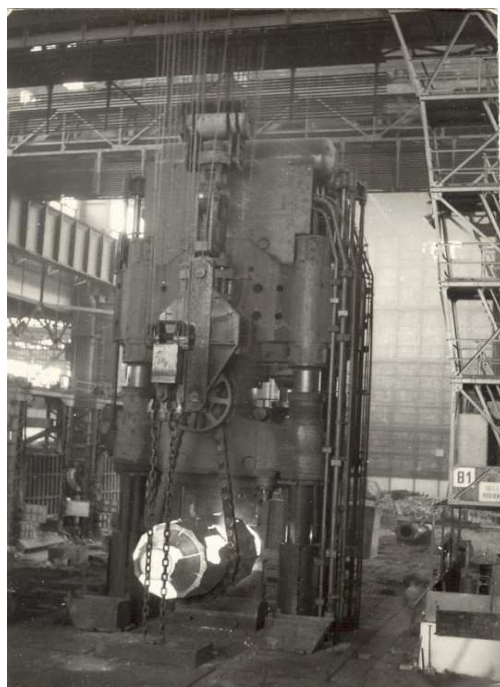
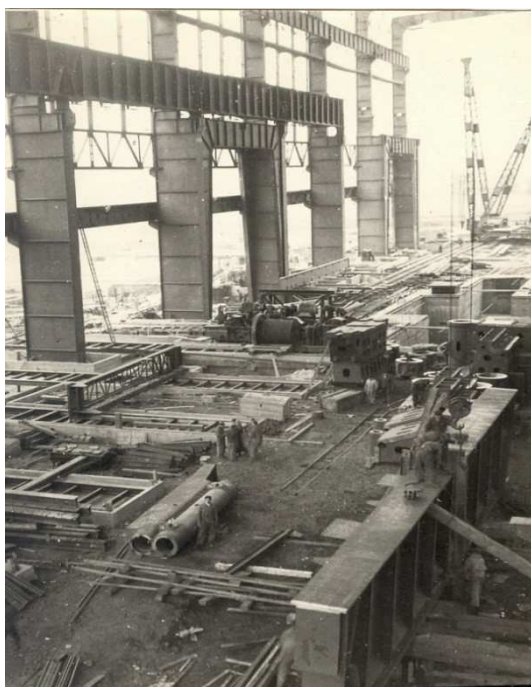
- nýtováním,
- lepením,
- vložením brzdných segmentu,
- přišroubováním pomoci příložek.



Obr. 3 Obložení lepené a přišroubované [10]

4 Historie kovárny a kováčích jeřábů 330 t B1 a B2

V roce 1952 započal projekt Vítkovické kovárny. Jeřáby pro Vítkovickou kovárnu navrhly a vyrobily tehdejší podniky, Škoda Plzeň n.p. a Uničovské strojírny n.p. Téhož roku se od Vítkovických železáren osamostatnila a vznikla Nová huť Klementa Gottwalda, dnes Arcelor Mittal. V únoru 1953 začala výstavba lisu transportem dílů z venkovní skládky do skládky kovárny. V květnu byla zahájena vlastní montáž, která trvala 17 měsíců. Montáž lisu, pecí a kovárenských jeřábů byla tehdy prováděna pouze jedním jeřábem o nosnosti 2x 100t na současné jeřábové dráze. V květnu 1954 byl spuštěn lis k prvním funkčním zkouškám. Do roku 1970 patřil lis NHKG. V roce 1971 byl tento lis definitivně převeden do VŽKG (Vítkovické Železářny Klementa Gottwalda) v návaznosti na výrobní program těžkého strojírenství. [5]



Obr. 4 Výstavba kovárny a zahájení provozu [5]

Od roku 1972 se rapidně technicky stav lisu zhoršoval a započala příprava na generální opravu. Rozsah generální opravy byl tak velký a jedinečný, že oprava jeřábů se neplánovala. Oprava byla zahájena v září 1977 a ukončena v únoru 1978. Jeřáby při této generální opravě byly maximálně využité při demontáži a montáži celého lisu. Od počátku kovárny nebyla provedená žádná větší úprava jeřábů. [5]

Na základě častých poruch pojezdového ústrojí, které byly zapříčiněny nestabilní jeřábovou dráhou kdy docházelo k přičení jeřábu téměř o 1m a opotřebenosti pojezdových

kol a jeřábové dráhy. Dalšími z příčin přičení jeřábů bylo otevřené ozubení pojezdového ústrojí, které znečišťovalo jeřábovou dráhu. Z důvodu rostoucích nároků na výrobu a bezpečnost práce byly jeřáby odborně posouzeny jako nevyhovující a byla doporučena rekonstrukce jeřábů, nebo výměna za nové jeřáby. Z těchto důvodů v roce 1993 byly navrženy celkem čtyři varianty pro odstranění závad a modernizaci. [5]

Varianta I.

Ve svém řešení ponechává konstrukci jeřábů beze změn s hodnotou rozvoru kol pojezdu mostu 2,8 m. Doplnuje montáž zařízení pro omezení přičení jeřábů a rekonstrukci otevřeného ozubení, zesílení koček, pro zvýšení nosnosti jeřábů a montáž pochůzných lávek na jeřáb pro bezpečný přístup. [5]

Závažným záporem této varianty je, že nemění rozvor kol příčníků, který je hlavní příčinou podstatných vad stávajících jeřábů. Doplněním jen o zařízení pro omezení přičení jeřábů by se zřejmě nic podstatného nezměnilo. [5]

Varianta II.

Navrhuje montáž nových příčníků s rozvorem kol 5,5 m, novou koncepci pohonu mostu a zařízení pro omezení přičení jeřábů.

- Nové příčníky mají předpoklad dosáhnout kolmosti příčníku k mostu. Zvýšený rozvor kol v příčnicích má v podstatě snížit tlaky na kolejnici jeřábové dráhy a zamezit opotřebení.
- Pohon mostu navržený s planetovou převodovkou zaručuje zvýšení životnosti a ekologický způsob mazání, čistou jeřábovou dráhu.
- Nová koncepce pohonu a zařízení proti přičení jeřábu jsou předpokladem k zamezení přičení jeřábů. [5]

Varianta III.

Tato varianta navrhuje rekonstrukci stávajících příčníku s rozvorem kol 2,8 m na 5,55 m. Jeřáb bude vybaven zařízením proti přičení.

Tato rekonstrukce už proběhla, ale neodstranila nedostatky přičení jeřábů ani snížení opotřebení jeřábové dráhy.

Varianta IV.

Navrhuje postavení nového kovacího jeřábu B2 a rekonstrukci jeřábu B1 s novými příčníky dle variant II. Je to nejlepší technické řešení, ale rovněž s nejvyššími náklady.

Na základě rozhodnutí provozovatele byla v roce 1996 vybrána varianta II. a provedena generální oprava jeřábové dráhy a jeřábů. Montáží zesilujících prvků sloupu a kotvení mělo odstranit jednu z příčin častých poruch na pojezdovém ústrojí jeřábů. Generální oprava jeřábů zahrnovala výměnu příčníku mostu a zvýšení rozvoru kol z původního $a = 2,8\text{m}$ na rozvor kol $a = 5,55\text{m}$. Nevyhovující otevřené převody pojezdu mostu, které měly za příčinu znečišťování jeřábové dráhy, byly nahrazeny pohonem pomocí planetových převodovek vsazených do pojezdových kol a použití zařízení pro omezení příčení jeřábů. To mělo zamezit hlavním příčinám příčení. [5]

Další úpravy se týkaly zvýšení nosnosti zdvihů:

- hlavní kovací kočka z 300t na 330t,
- pomocná kovací kočka z 80t na 100t,
- pomocná odklízecí kočka z 80t na 100t,
- pomocná kočka z 10t na 20t.

Rekonstrukce jeřábové kabiny, která má samostatný pohon a pohybuje se po vlastní jeřábové dráze. S jeřábem je propojená tří kloubovým pantografem. Náhrada trolejových přívodů elektrického proudu kabelovým závěsem. Instalace ochrany proti odírání lan zdvihu 330 t. Provedená rekonstrukce jeřábů vyhovovala v plném rozsahu platným předpisům a normám. Rovněž měla za cíl snížit náklady na údržbu a opravy, stejně jako náklady na údržbu a opravy nového jeřábu. Při této rekonstrukci proběhla také oprava lisu a pro lepší přístup na jeřábovou dráhu kovářských jeřábů B1, B2 a na jeřábovou dráhu výškového jeřábu B3 byla provedena výstavba výtahu. Kovárna stále patří Vítkovicím a je svou jedinečností unikátem ve střední Evropě. [5]

5 Mostový kovací jeřáb 330 t B1

- Pojezd jeřábu,
- hlavní kovací kočka 330t,
- pomocná odklízecí kočka 100t,
- pomocná kovací kočka 100t,
- pomocná kočka 20t,
- kabina jeřábu.



Obr. 5 Kovací jeřáb 330t [10]

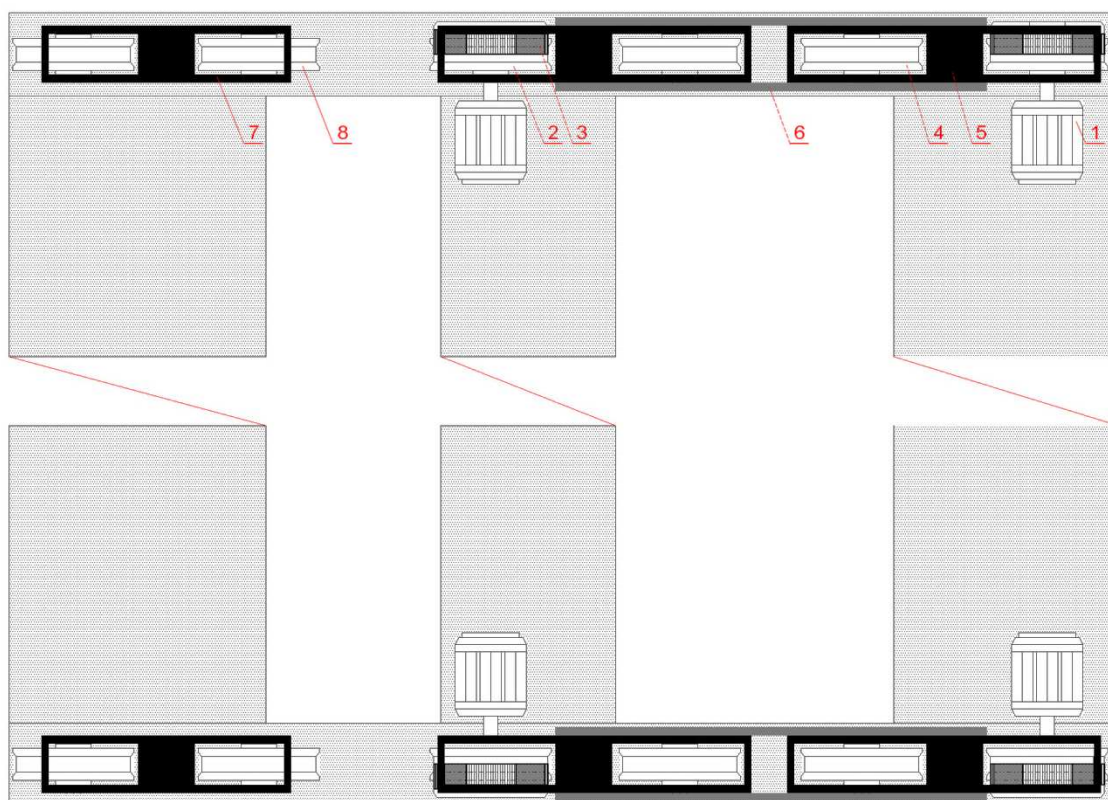
5.1 Kovací mostový jeřáb 330t

Jeřáb tvoří tři mosty spojené příčníky. Mosty jeřábu jsou tvořeny příhradovou nýtovanou a šroubovanou konstrukcí a má rozpětí 30 000 mm. Na hlavním nosném mostě je umístěná kovací kočka 330t a ve spodní části pojezdí po hlavním mostě pomocná odklízecí kočka 100t. Poloha obou jeřábových koček ve své blízkosti je ovlivněna lany zvedacího zařízení kočky 330t. Pod úrovní hlavní kočky je umístěná pomocná kovací kočka 100t, která se pohybuje po hlavním a vedlejším mostě. A proto při tváření materiálu hlavní a pomocná kovací kočka pracují v zákrytu ve směru jeřábové dráhy, a tak společně přidržují tvářený materiál. Na spodním páse středního truhlíkového podélníku nosné ocelové konstrukce mostu jeřábu je uchycena pojezdová dráha, na které pojezdí podvěsná pomocná jeřábová kočka nosnosti 20t. Hlavní most v horní a spodní části je vybaven jeřábovou lávkou pro bezpečný přístup na kočky. Na vedlejším pomocném mostě je umístěná elektro výzbroj jeřábu a dvě technické lávky, pro kontrolu elektrického zařízení a bezpečný přístup na pomocnou kovací kočku. Celý jeřáb je ovládán z kabiny jeřábu, která má samostatný pohon a pohybuje se po vlastní jeřábové dráze. Po zastavení jeřábu může kabina účinkem vlastního pojezdového ústrojí poježdět na dráze o délce 10m. To umožňuje lepší výhled při kovárenských operacích. Kabina je s mostem propojena tříkloubovým pantografem. Nedílnou součástí kovacího jeřábu je otáčedlo (vratidlo), které je zavěšené na dvoj-háku hlavní kovací kočky 330t. Otáčedlo je vybavené nekonečným Galovým řetězem a to umožňuje při tváření otáčet kovaným materiálem.

5.1.1 Pojezd jeřábů

Pojezdové zařízení kovacího jeřábu je tvořeno dvěma čtyřkolými podvozky a dvěma dvoukolými podvozky připojenými k tělesu příčníku jeřábu pomocí čepů (svorníků). Pohon pojezdu jeřábu tvoří čtyři krajní individuálně poháněná kola se zabudovanou planetovou převodovkou v náboji kola. Hnací kola jsou vybavena elektromagnetickými brzdami. Těleso vahadla podvozku je svařeno z tlustých ocelových plechů patřičně vyztužených. V horní části vahadla je vsazený a zavařený náboj pro uchycení vahadla k příčníku jeřábu pomocí čepu. V rámu čtyřkolového vahadla jsou pomocí čepu uchyceny dva dvoukolové podvozky. Pohon pojezdu jeřábu zajišťují čtyři hnací jednotky. Hnací přírubový elektromotor je pevně pomocí šroubu spojen s víkem připevněným k tělesu vahadla podvozku. Hřídel elektromotoru je nasunutá do převodové skříně, kde je pomocí spojky krouticí moment přenášen na ozubená soukolí planetové převodovky. Třístupňová planetová převodovka je celým svým objemem vestavěna do růžice pojezdového kola.

Z důvodu eliminace nepříznivých vlivů plynoucích z deformace pojezdového kola pod zatížením je převodovka do růžice kola uchycena letmo a deformační vlivy kola na ní nepůsobí. Čepy satelitních kol třetího převodového stupně planetové převodovky jsou pevně spojeny s tělesem vahadla, čímž dochází k přenosu kroutícího se momentu na pojezdové kolo. Elektromagnetická brzda je umístěna na opačném konci rychloběžné hřídele, jako je elektromotor pojezdu. Růžice pojezdového kola je z lité oceli. Na jeho vnější průměr je natažen nákoklek. Dvoukolový vahadlový podvozek je umístěn pod kovací kočkou 100t, kde svislé tlaky nejsou tak velké. Těleso vahadla podvozku je svařeno z tlustých ocelových plechů patřičně vyztužených. V horní části vahadla je vsazený a zavařený náboj pro uchycení vahadla k příčníku jeřábu pomocí čepu. Kola dvojkolového podvozku jsou volná.



Obr. 6 Schéma pojezdového ústrojí jeřábu [10]

1 – asynchronní motor; 2 – pojezdové hnací kolo; 3 – brzda jízdy jeřábu; 4 – pojezdové kolo hnané; 5 – podvozek pojezdového ústrojí; 6 – podvozkové vahadlo spojující dvě vahadla pojezdové ústrojí; 7 – podvozkové vahadlo hnané; 8 – pojezdové kolo hnané.

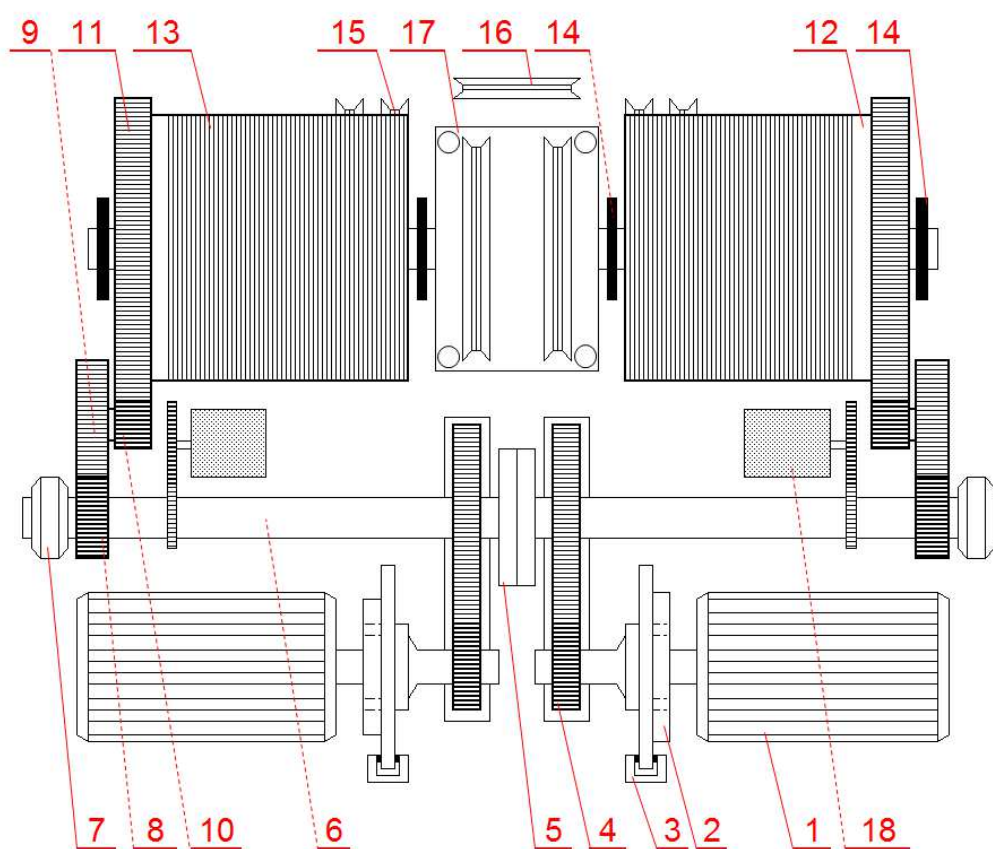
5.2 Hlavní kovací kočka 330t

Hlavní kovací kočku tvoří svařovaný rám. Zde je umístěno zdvihové a pojezdové ústrojí kočky. Po obou stranách na rámu kočky jsou připevněny dvojice pryžových nárazníků blokujících kočku a v koncových polohách při styku s další dvojicí nárazníků uchycených na narážkách. Přivařená pojezdová narážka na boční straně rámu kočky, najetím na koncový vypínač zastaví kočku v koncové poloze. Napájení kočky je zajištěno ramenem s kabelovým řetězem.

5.2.1 Zdvih hlavní kovací kočky 330t

Zdvihové ústrojí tvoří dvě převodové skříně, které jsou přes pružnou čepovou spojku pohaněné dvěma asynchronními motory. Kratší stranou výstupní hřídele jsou převodové skříně společně propojené pevnou Oldhamovou spojkou. Druhá strana výstupní hřídele je na konci osazena pastorkem, který zabírá do ozubeného mezikola. Výstupní hřídel pohání pomocí excentru mazací agregát, který maže celou jeřábovou kočku. Mezikolo je společně s pastorkem uložené na drážkové hřídeli, pastorek zabírá do ozubeného věnce lanového bubnu a tak je umožněno navíjet a odvíjet lano. Lanové kladky jeřábové kočky jsou uložené ve dvou různých rovinách. V horní části jeřábové kočky jsou dvě lanové kladky a vyrovnávací kladka s kluzným uložením v horní odpružené kladnice. Odpružená kladnice je tvořená soustavou tlačných pružin vinutých z plochých ocelí do tvaru kužele (evolutní pružina), které tlumí dynamické rázy při tváření materiálu. Dále obsahuje soustavu vinutých pružin, které tlumí zpětné rázy po odlehčení kladnice. Na spodní části rámu kočky jsou umístěné ještě čtyři lanové kladky, které jsou kluzně uložené na pevném čepu v rámu kočky. Zdvihové ústrojí tvoří lanový buben s lanem o průměru 56 mm, lanové kladky a kladnice. Kladnice se skládá z dvojháku a příčníku s axiálním kuličkovým ložiskem zajištěný maticí háku s pojistkou proti samovolnému povolení. Z bočnic kladnice, kde na ose kladnice je šest lanových kladek s kluzným uložením jsou zajištěné maticí proti osovému posuvu. Rychlost hlavního zdvihu je $5,95 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a výška zdvihu 18 300 mm. Horní a dolní poloha háku kladnice je blokována programovým koncovým vypínačem s náhonem od výstupní hřídele převodové skříně. Součástí hlavní kovací kočky je přídatné navíjecí zařízení pro pohon otáčedla, které je nedílnou součástí kovacího jeřábu. Otáčedlo se skládá z traverzy zavěšené na dvojitém háku pomocí čtyř táhel, z nichž vždy dvě jsou spojeny pomocí čepů a zajištěné maticí. Traverzou procházejí dva svorníky se zajištěnými maticemi, kde je vložena spodní a horní deska. Mezi spodní a horní odpruženou deskou jsou sevřeny dvojice evolutních pružin vedených a uložených na vodících tyčích. Horní deska je opatřena dvěma pevnými čepy na nichž jsou zavěšená dvě

táhla zajištěná maticí s pojistkou. Na obě táhla je nasunut rám otáčedla, kdy otvory rámu se přesně kryjí s otvory táhel. Do těchto otvorů je uložen čep, který ve střední části své délky má uložený ořech s předlohou a zajištěný pomocí příložek. V rámu otáčedla je zabudovaná šneková převodová skříň poháněná motorem přes pružnou čepovou spojku s brzdovým kotoučem a dvoučelist'ovou automatickou brzdou. Průběžná výstupní hřídel převodové skříně je na konci osazená ozubenými pastorky, které zabírají do ozubených kol předlohy s ořechem. Předloha s ořechem má kluzné pouzdra a otáčí se na pevné ose (čepu), který přes rám spojuje hlavní táhlo s horní pružinovou deskou. Na ořechu se pohybuje nekonečný Galův řetěz, který slouží k otáčení materiálu při tváření.

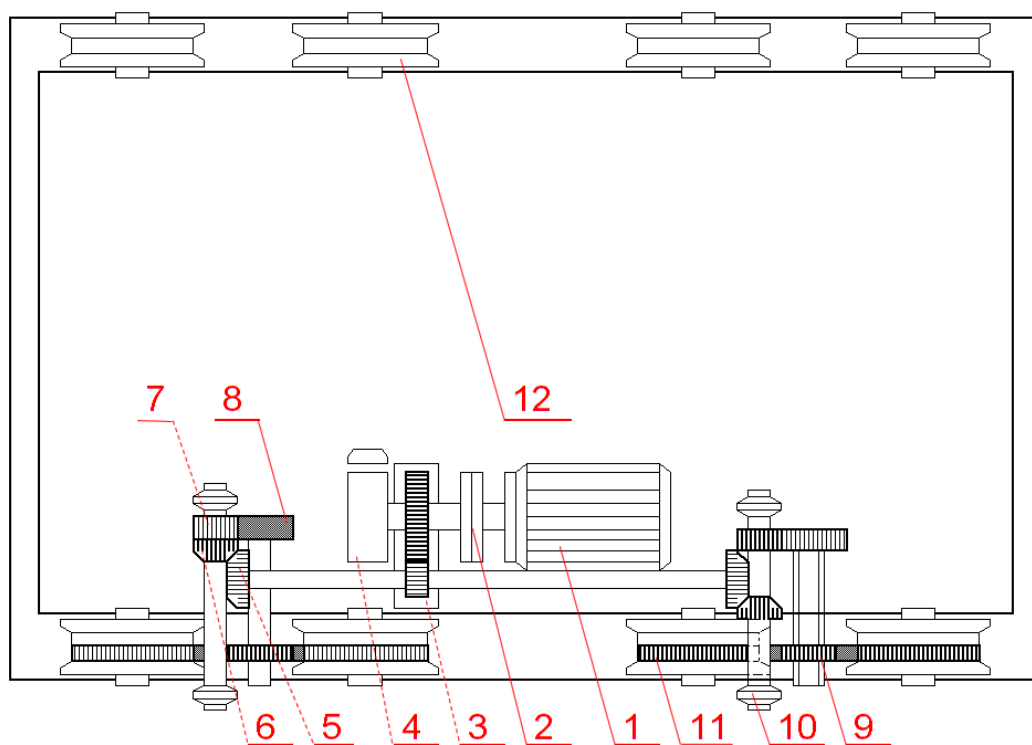


Obr. 7 Zdvihové ústrojí hlavní kovací kočky [10]

1 – asynchronní motor; 2 – pružná spojka; 3 – kotoučová brzda; 4 – převodová skříň;
5 – Oldhamova spojka; 6 – rozvodová hřídel; 7 – ložiskový domek; 8 – pastorek; 9 – ozubené kolo; 10 – pastorek;
11 – ozubený věnec; 12 – lanový buben; 13 – drážky v lanovém bubnu pro lano; 14 – stojan lanového bubnu;
15 – převáděcí lanová kladka; 16 – vyrovnávací lanová kladka; 17 – odpružený rám horní kladnice; 18 – koncový vypínač.

5.2.2 Pojezd hlavní kovací kočky 330t

Pojezdové ústrojí kovací kočky tvoří převodová skříň poháněná motorem s pružnou čepovou spojkou. Převodová skříň má brzdový kotouč s automatickou dvoučelist'ovou brzdou. Průběžná hřídel převodové skříně je uložena v kluzných ložiskových domcích a konec této hřídele zabírá kuželovým pastorkem do rozvodové skříně. Rozvodová skříň je svařovaný rám připevněný šrouby na jeřábovou kočku s otevřeným ozubením, které je v kluzných ložiscích. Rozvodová skříň s mezikolem podvozku a ozubeným věncem připevněným na pojezdovém kole tvoří otevřený ozubený převod. Kola mají kluzné ložiska a jsou zabudovaná na pevném čepu v podvozku. Pojezd hlavní kočky se skládá ze dvou hnaných podvozků a dvou hnacích dvoukolových podvozků s ozubeným mezikolem. Rychlost pojezdu kočky je $30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a rozchod kol 3 100 mm.



Obr. 8 Pojezd hlavní kovací kočky [10]

1 – asynchronní motor; 2 – pružná spojka; 3 – převodová skříň; 4 – Brzdový kotouč; 5 – rozvodová hřídel s ozubeným pastorkem; 6 – pastorek s šikmým ozubením; 7 – ozubený pastorek; 8 – ozubené kolo; 9 – ozubené mezikolo; 10 – ložiskový domek; 11 – hnací pojezdové kolo; 12 – hnané pojezdové kolo

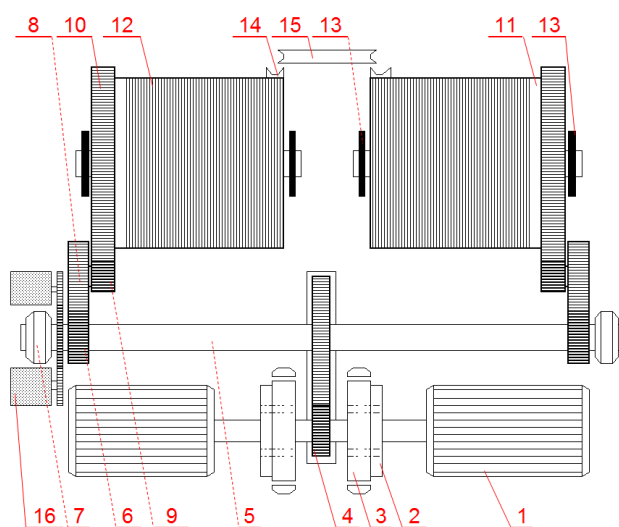
5.3 Pomocná odklízecí kočka 100t

Konstrukci jeřábové kočky tvoří svařovaný rám. Na kterém je umístěno zvedací zařízení a pojezdové zařízení kočky. Na obou stranách jsou na rámu kočky připevněny dva pryžové nárazníky přicházející do styku s narážkou na OK jeřábu v koncové pojezdové poloze kočky. Nájezdová lišta připevněná na stranách rámu kočky najetím na koncový vypínač zastaví kočku v koncové poloze. Napájení kočky je zajištěno pomocí ramene se shrnovací trolejí.

5.3.1 Zdvih pomocné odklízecí kočky 100t

Zdvih je tvořen dvěma asynchronními motory s pružnou čepovou spojkou a automatickou dvoučelistovou brzdou s elektrohydraulickým odbrzdovačem. Svislá převodová skříň poháněná motory s průběžnou výstupní hřídelí je na konci osazená pastorky a uložena v kluzném ložisku. Z těchto pastorků je pohyb přenášen pomocí ozubených kol na ozubené věnce děleného lanového bubnu. Mazací agregát pro mazání kluzných ložisek tuhým mazivem je poháněn excentrem upevněným na konci výstupní hřídele převodové skříně. Ve spodní části kočky mezi lanovými bubny jsou zabudované dvě převáděcí kladky a vyrovnávací kladka, přes které prochází lano o průměru 33,5 mm na kladky kladnice. Zkrácená kladnice je tvořena jednoduchým hákem, který je vsazený do příčnicku s axiálním ložiskem a zajištěný maticí háku s pojistkou proti samovolnému povolení. Na příčnicku jsou čtyři lanové kladky a kryty kladnice, zajištěné maticí proti osovému posuvu. Výška zdvihu pomocné kočky je 19 400 mm a rychlost zdvihu $7,76 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

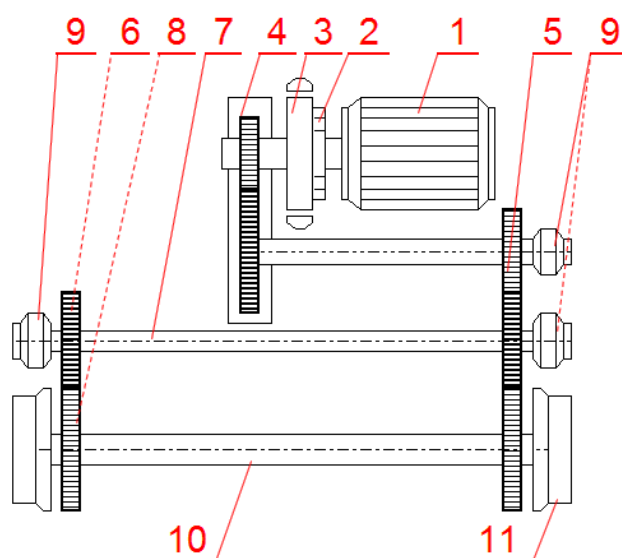
- 1 – asynchronní motor; 2 – pružná spojka;
- 3 – dvoučelistová brzda s brzdovým kotoučem;
- 4 – převodová skříň; 5 – výstupní hřídel,
- 6 – ozubený pastorek; 7 – ložiskový domek;
- 8 – ozubené kolo; 9 – ozubený pastorek;
- 10 – ozubený věnec lanového bubnu;
- 11 – lanový buben;
- 12 – drážky lanového bubnu pro lano;
- 13 – stojan lanového bubnu;
- 14 – převáděcí lanová kladka;
- 15 – vyrovnávací lanová kladka;
- 16 – koncový vypínač zdvihu



Obr. 9 Zdvih odklízecí kočky [10]

5.3.2 Pojezd pomocné odklízecí kočky 100t

V rámu odklízecí kočky jsou v očních ložiscích kluzně uloženy dvě hřídele pojezdových kol. Tyto hřídele jsou s přesahem osazeny pojezdovými koly. Hnací hřídel má na pevno uložené ozubené kolo poháněné pastorkem s hřídeli a mezikolem. Na mezikolo je pohyb přenášen pomocí jednostranné výstupní hřídele převodové skříně. Centrálně uložená převodová skříň je poháněna asynchronním motorem přes pružnou čepovou spojku s brzdovým kotoučem. Brzdící ústrojí tvoří automatická dvoučelist'ová brzda s elektrohydraulickým odbrzd'ovačem.



Obr. 10 Pojezd odklízecí kočky [10]

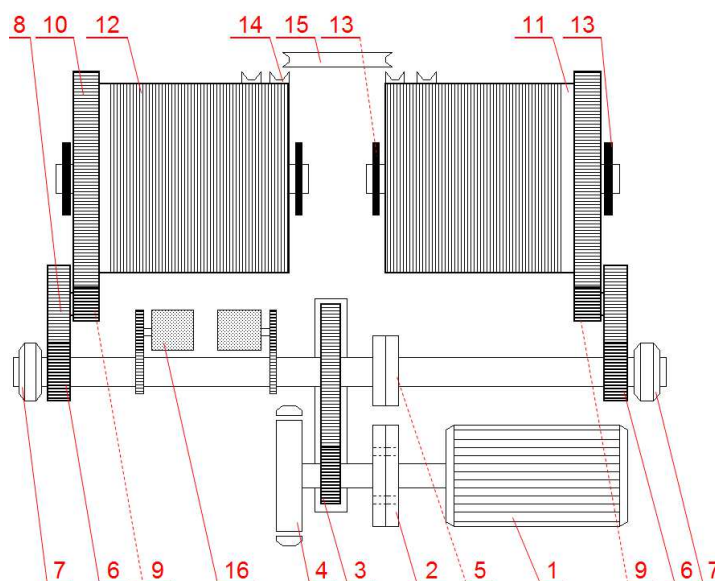
- 1 – asynchronní motor; 2 – pružná spojka; 3 – brzdový kotouč s dvoučelist'ovou brzdou; 4 – převodová skříň;
5 – ozubený pastorek; 6 – ozubený pastorek; 7 – rozvodová hřídel; 8 – ozubené kolo; 9 – ložiskové domky;
10 – rozvodová hřídel.

5.4 Pomocná kovací kočka 100t

Konstrukci kočky tvoří svařovaný rám. Na kočce je umístěno ústrojí zdvihu a pojezdu kočky. Po obou stranách na rámu kočky jsou upevněny dvojice pryžových nárazníků přicházející do styku s dvojicí nárazníků na OK jeřábu v koncové pojezdové poloze kočky. Přivařená pojezdová nárazka na boční straně rámu kočky, najetím na koncový vypínač zastaví kočku v koncové poloze. Napájení kočky je zajištěno ramenem ze shrnovací troleje.

5.4.1 Zdvih pomocné kovací kočky 100t

Zdvih je tvořen asynchronním motorem, pružnou čepovou spojkou s brzdovým kotoučem, automatickou brzdou a svislou převodovkou s oboustranným výstupem hřídele. Na jedné straně hřídele je excentr a ozubené kolo, excentr pohání mazací agregát a ten zajišťuje mazání celé kočky. Ozubené kolo slouží pro koncový vypínač zdvihu. Konce výstupní hřídele jsou osazeny pastorky, které přenášejí pohyb na ozubená mezikola a pohánějí věnce lanových bubnů. Ve spodní části kočky jsou čtyři převáděcí lanové kladky a vyrovnávací kladka, kluzné uložení kladek na pevném čepu je zajištěno maticí proti osovému posunutí. Ocelové lano o průměru 33,5 mm je vedeno přes lanové kladky a vyrovnávací rolku na kladky pružné kladnice. V horní části pružná kladnice se nachází šest lanových kladek. Lanové kladky jsou uloženy na ose kladnice (čepu) a zajištěny maticí proti osovému posuvu. Ve spodní části kladnice je dvojhákem spojený čepem s táhlem háku, který prochází přes spodní a horní odpruženou desku. Táhlo je v horní desce uloženo v axiálním ložisku a zajištěno maticí s pojistkou. Mezi horní a spodní deskou jsou vodící tyče s evolutními pružinami. Odpruženou část s hákem a lanové kladky spojují bočnice s kryty lanových kladek. Rychlost zdvihu je $6 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a výška zdvihu 19 300 mm.

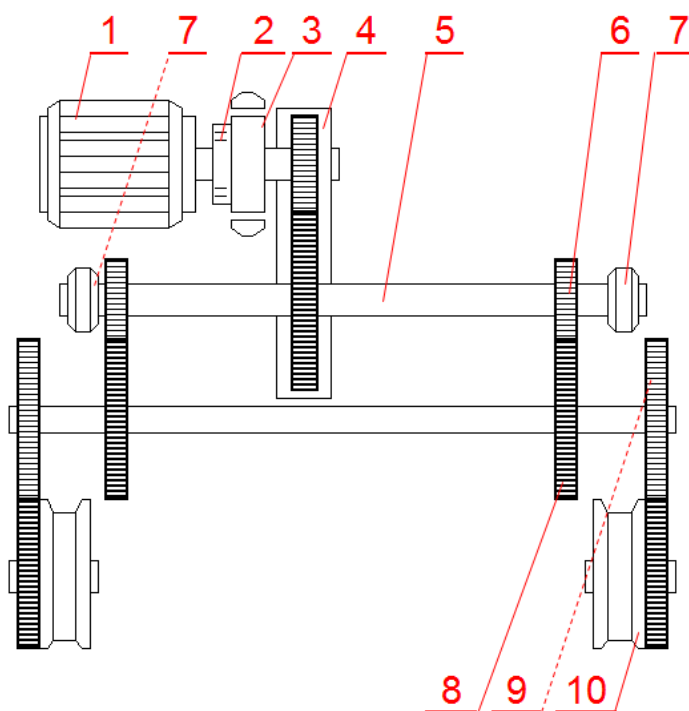


Obr. 11 Zdvih pomocné kovací kočky [10]

1 – asynchronní motor; 2 – pružná spojka; 3 – převodová spojka; 4 – brzdový kotouč s dvoučelistovou brzdou; 5 – pevná spojka; 6 – ozubený pastorek; 7 – ložiskový domek; 8 – ozubené mezikolo; 9 – ozubený pastorek; 10 – ozubený věnec lanového bubnu; 11 – lanový buben; 12 – drážky pro lano; 13 – stojan lanového bubnu; 14 – převáděcí lanové kladky; 15 – vyrovnávací rolka; 16 – koncový vypínač zdvihu

5.4.2 Jízda pomocné kovací kočky 100t

Jízda kočky se skládá z převodové skříně pohaněné asynchronním motorem. Krouticí moment přenáší pružná spojka s brzdovým kotoučem a brzdící ústrojí tvoří dvoučelist'ová brzda s elektrohydraulickým odbrzd'ovačem. Oboustranná výstupní hřídel je na konci osazena pastorky a uložena v kluzných ložiskových domech. Pastorek zabírá do ozubeného mezikola předlohy, který je společně s pastorkem zabudován na hřídeli. Celá hřídel je uložena v kluzných očních ložiscích. Tento pastorek předlohy zabírá do ozubeného věnce připevněného pomocí střížných trubek a šroubů k pojezdovému kolu kočky. Na pevných čepech v rámu kočky jsou na kluzných ložiscích uloženy dvě hnací a dvě hnané pojezdové kola. Mazání kluzných ložisek zajišťuje mazací agregát, který je poháněn přes excentr upevněný na výstupní hřídeli převodovky.



Obr. 12 Pojezdové ústrojí pomocné kovací kočky [10]

1 – motor; 2 – pružná spojka; 3 – brzdový kotouč s dvoučelist'ovou brzdou; 4 – převodová skříně; 5 – výstupní hřídel;
6 – ozubený pastorek; 7 – ložiskový domek; 8 – ozubené kolo; 9 – ozubený pastorek; 10 – pojezdové kolo

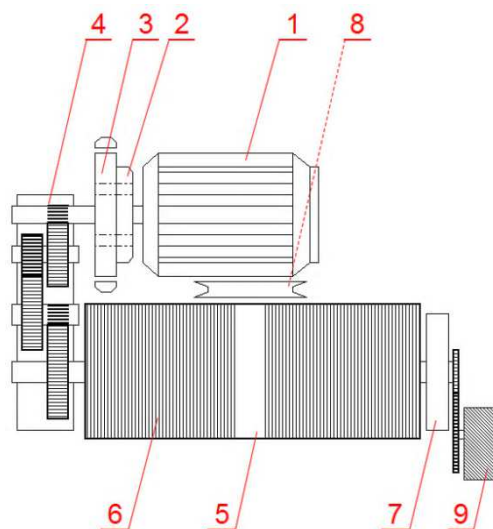
5.5 Pomocná kočka 20t

Konstrukci kočky tvoří svařovaný rám, který je podvěšen ve spodní části hlavního mostu jeřábu. Pojezdové kola kočky slouží, jako zavěs a opěrná kola brání vyjetí jeřábové kočky z dráhy. Na kočce je umístěno zdvihové a pojezdové zařízení. Po obou stranách horního rámu svařované konstrukce jsou upevněné pryžové nárazníky, přicházející do styku s nárazkou na konci pojezdové dráhy. Připevněná najížděcí nárazka na boční straně rámu, při najetí na koncový vypínač zastaví kočku. Pro možnost vstupu na jeřábovou kočku je nosná konstrukce opatřena plošinou se zábradlím. Na rámu kočky je umístěn samostatně poháněný kabelový buben pro drapák a magnet. Napájení kočky je zajištěno ramenem ze shrnovací troleje.

5.5.1 Zdvih pomocné kočky 20t

Pomocná kočka 20t má zdvih již modernější konstrukce. Převodová skříň je poháněná asynchronním motorem, kde krouticí moment je přenášen přes pružnou čepovou spojku s brzdovým kotoučem. Brzdové ústrojí tvoří automatická dvoučelist'ová brzda s elektrohydraulickým odbrzd'ovačem. Krouticí moment na lanový buben přenáší výstupní drážková hřídel převodové skříně přes ozubenou spojku. Jedna část spojky je uložena na drážkové hřídeli převodovky a zajištěná proti uvolnění. Druhá část s vnitřním ozubením je na pevně (s přesahem) vsazen do lanového bubnu, většinou se v náboji bubnu zajišťuje kolíky a svarem. Druhá část lanového bubnu s čepem je uložena v ložiskovém stojanu a zajištěná KM maticí s pojistkou. Ložiskový stojan je přišroubován k rámu kočky. Na konci krátkého čepu lanového bubnu je uloženo ozubené kolo, které pohání koncový vypínač zdvihu. Pod lanovým bubnem v rámu kočky jsou na pevném čepu uloženy dvě lanové kladky s valivými ložisky. Lano o průměru 20 mm je vedené přes lanové kladky kladnice a lanové kladky kočky. Konec lana je přichycen na lanovém bubnu pomocí klínových příložek. Kladnice se skládá z jednoduchého háku, který je uložen v axiálním ložisku v příčniku a zajištěn maticí háku s pojistkou. Na pevném čepu jsou tři lanové kladky s kluzným uložením s bočnicemi na konci zajištěné maticí s pojistkou. Bočnice a štíty spojují lanové kladky s příčníkem. Kryty kladnice jsou přišroubovány na štítech bočnic a slouží jako ochrana lanových kladek.

- 1 – motor; 2 – pružná spojka;
- 3 – brzdový kotouč s dvoučelistovou brzdou;
- 4 – převodová skříň; 5 – lanový buben;
- 6 – drážky pro lano; 7 – stojan lanového bubnu;
- 8 – vyrovnávací lanová kladka;
- 9 – koncový vypínač zdvihu

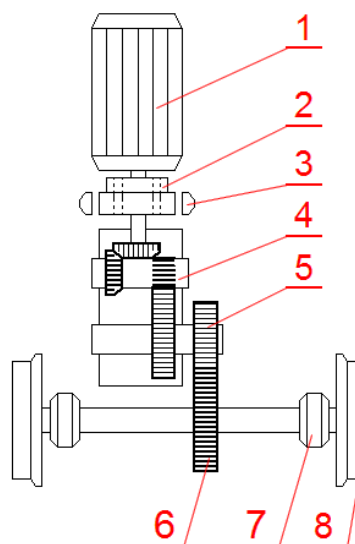


Obr. 13 Zdvih pomocné kočky 20t [10]

5.5.2 Pojezd pomocné kočky 20t

Na převodovou skříň přenáší krouticí moment asynchronní motor přes pružnou spojku s brzdovým kotoučem. Čelní převodová skříň má jednostrannou výstupní hřídel, která je na konci osazená ozubeným pastorkem. Z tohoto pastorku je pohyb přenášen na ozubené kolo s hřídelí, která je v rámu kočky uložena v očních kluzných ložiskových domečích. Konce hřídele jsou osazeny hnacími pojezdovými koly. Na druhé straně rámu jsou uložena hnaná pojezdová kola.

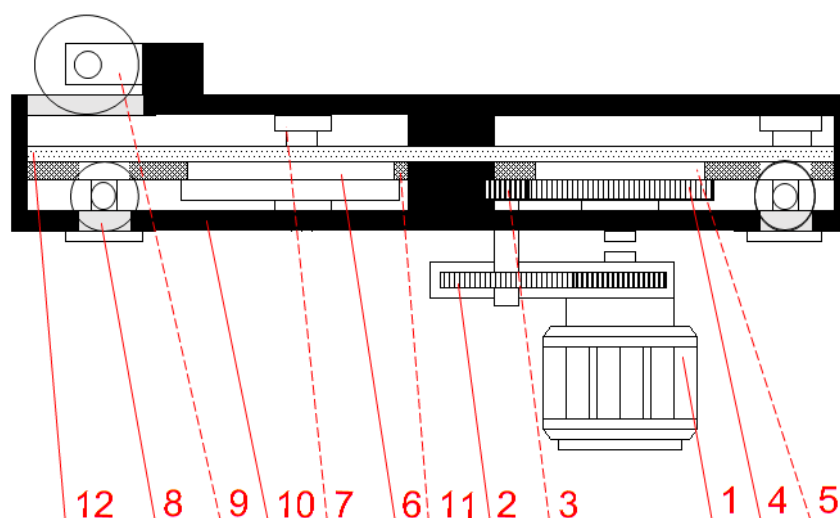
- 1 – asynchronní motor; 2 – pružná spojka;
- 3 – dvoučelistová brzda; 4 – převodová skříň;
- 5 – ozubený pastorek; 6 – ozubené kolo;
- 7 – ložiskový domek; 8 – pojezdové kolo



Obr. 14 Pojezd pomocné kočky 20t [10]

5.6 Kabina jeřábu

Kabina jeřábu má opěrné rolky, vahadlové podvozky a je konzolovitě uložena na samostatné jeřábové dráze po které se pohybuje. S mostem jeřábu je propojena tříkloubovým pantografem, který slouží jako nosič kabelů spojující ovládací prvky a pohony kabiny s příslušným elektro zařízením. Pohon kabiny je tvořen dvěma poháněnými podvozky. Hnací asynchronní motor přenáší krouticí moment na ozubený věnec kola přes přírubovou převodovku a vložený pastorek. V druhé polovině podvozku je hnané kolo. Podvozky mají z jedné strany dvě přitlačné rolky a z druhé strany smýkadla a jednu přitlačnou rolku. Pojezd kabiny a jeřábu je synchronizovaný. Kabina je profilové konstrukce s plechovou a izolační výplní vybavena na bocích částečně otevíratelnými okny. Vybavení kabiny splňuje všechny normy, které vyžaduje kovárenský provoz.



Obr. 15 Pojezdové ústrojí kabiny jeřábu [10]

1 – asynchronní motor; 2 – převodová skříň; 3 – ozubený pastorek; 4 – ozubený věnec pojezdového kola; 5 – pojezdové kolo hnací; 6 – pojezdové kolo hnané; 7 – přitlačná smykadla; 8 – opěrná rolka; 9 – opěrné kolo; 10 – podvozek pojezdu kabiny; 11 – pojezdová kolejnice; 12 – opěrný profil

Tabulka 1 - Technické údaje jeřábu [5]

Typ zdvihacího zařízení	El. Mostový jeřáb
Výrobce	Uničovské strojírny n.p.
Zatřídění jeřábu	III.
Umístění	Hala č. II
Rok výroby	1952
Rozpětí jeřábu	30 000 mm
Rozvor kol jeřábu	2 800 + 1 300 + 3 350 mm
Rozchod kol hlavní kočky	3 100 mm
Rozchod kol pomocné kovací kočky	2 400 mm
Rozchod kol pomocné odklízecí kočky	2 500 mm
Rozchod kol pomocné kočky	1 310 mm
Výška zdvihu hlavní kočky	18 300 mm
Výška zdvihu pomocné kovací kočky	19 300 mm
Výška zdvihu pomocné odklízecí kočky	19 400 mm
Výška zdvihu pomocné kočky	15 900 mm
Nosnost hlavního zdvihu	330 000 kg
Nosnost pomocného kovacího zdvihu	100 000 kg
Nosnost pomocného odklízecího zdvihu	100 000 kg
Nosnost pomocného zdvihu	20 000 kg
Rychlost hlavního zdvihu	5,95 m · min ⁻¹
Rychlost pomocného kovacího zdvihu	6 m · min ⁻¹
Rychlost pomocného odklízecího zdvihu	7,76 m · min ⁻¹
Rychlost pomocného zdvihu	16 m · min ⁻¹
Rychlost pojezdu jeřábu	0 - 52 m · min ⁻¹
Rychlost pojezdu hlavní kočky	30 m · min ⁻¹
Rychlost pojezdu pomocné kovací kočky	29,5 m · min ⁻¹
Rychlost pojezdu pomocné odklízecí kočky	29,8 m · min ⁻¹
Rychlost pojezdu pomocné kočky 20t	34 m · min ⁻¹
Ovládání	Ze samostatně pojíždějící kabiny
Druh ovládání	Ovládače
Nosné orgány – hlavní zdvih	Lano ϕ 56 mm
Hák	Dvojitý
Nosné orgány – pomocný kovací zdvih	Lano ϕ 33,5 mm
Hák	Dvojitý
Nosné orgány – pomocný odklízecí zdvih	Lano ϕ 33,5 mm
Hák	Dvojitý
Nosné orgány – pomocný zdvih	Lano ϕ 20 mm
Hák	Jednoduchý
Přídavná zařízení na hlavní kočce	Kabelový buben (pro otáčedlo)
Přídavná zařízení na pomocné kočce 20t	Kabelový buben (pro magnet a drapák)
Napájení jeřábu	Trolej úhelníková a kolejničková
Napájení hlavní kočky	Kabelovým řetězem

Napájení pomocných koček	3 x Trolej kabelová shrnovací
Brzdy pojezdu mostu automatické	4 x Elektromagnetické odbrzdovače EKB 160
Brzda pojezdu hlavní kočky automatická	Čelistová, odbrzdovač BL 125 C
Brzda pojezdu pomocné kovací kočky automatická	Čelistová, odbrzdovač BL 32 SV
Brzda pojezdu Pomocné odklízecí kočky automatická	Čelistová, odbrzdovač BL 50 C
Brzda pojezdu pomocné kočky automatická	Čelistová, odbrzdovač BL 50 C
Brzdy hlavního zdvihu	2 x Kotoučové, odbrzdovač BL 200 + hydraulické čerpadla
Brzda pomocného kovacího zdvihu	Čelistová, odbrzdovač BL 200/ 16
Brzda pomocného odklízecího zdvihu	2 x Čelistová, odbrzdovač BL 200/ 16
Brzda pomocného zdvihu	Čelistová, odbrzdovač BL 125 C
Koncový vypínač pojezdu mostu	VP 21 K 53 H65
Koncový vypínač pojezdu hlavní kočky	VP 21 K 53 H67
Koncové vypínače pojezdu pomocné kovací kočky	VP 21 K 53 H65
Koncový vypínač pojezdu pomocné odklízecí kočky	VP 21 K 53 H65 + proti srážkový Uer 10 G
Koncový vypínač pojezdu pomocné kočky 20t	
Koncový vypínač hlavního zdvihu	VP 21 K 88 S75 a VP 21 L 83 S75
Koncový vypínač pomocného kovacího zdvihu	VP 21 L 83 S75
Koncový vypínač pomocného odklízecího zdvihu	VP 21 K 88 S75
Koncový vypínač pomocného zdvihu 20t	2 x VP 21 L 88S75
Celkový výkon motorů	167 kW
Přídavná zařízení – závěsné prostředky	Otáčedlo, Magnet, drapák

6 Posouzení stávajícího stavu jeřábu

Pro odlehčení jeřábů, modernizaci a zpřesnění kovářských výkovků, pracovní operace při tváření materiálů převzal kovářenský manipulátor. I přesto jsou jeřáby využívány k transportu břemen (ingotů, předkovků) do pece, opětovného transportu z pece ke kovacímu lisu a k manipulaci se zavěšeným břemenem při tváření materiálů a opravám na lise 120 MN.

Posouzení stávajícího stavu jsem provedl pomocí vizuální a zvukové kontroly, při kontrole opotřebení kluzných ložisek jsem používal listové měrky a baterku. Pokud jsem měrkami naměřil opotřebení kluzných ložisek větší než 2 mm, je v zápisu napsáno jako opotřebené. Účelem tohoto posouzení je zjistit aktuální technický stav jeřábu a následně doporučit opatření k odstranění závad.

• Konstrukce a pojezd mostu jeřábu

Od roku 1952 setrval most jeřábu v původním stavu, došlo k výměně podvozků s novým systémem pohonu kol, dále došlo k zesílení konstrukce koček. Nainstalované zařízení proti přičení, které eliminovalo částečné opotřebení pojezdových kol. I přesto dochází k opotřebování nákolků pojezdových kol a jeřábové dráhy. Opotřebování jeřábové dráhy a pojezdových kol je částečně zapříčiněno nesprávnou aplikací tuhého maziva na kolej jeřábové dráhy. Únava ocelové konstrukce jeřábu je viditelná na volných nýtových spojích a chybějících nýtů, nebo šroubů.

Návrh na odstranění stávajících závad je plánován během generální opravy jeřábu. Zahrnuje výměnu kolejnic jeřábové dráhy a renovaci pojezdových kol a pohonu, výměnu volných nebo chybějících nýtových a šroubových spojů. Dále je rozpracován zlepšovací návrh ve spolupráci s firmou KOMA na aplikaci mazacího systému pro mazání nákolků při pohybu jeřábu. Tohle provedení mazání má snížit opotřebení pojezdových kol a zabránit nesprávné aplikaci tuhého maziva na jeřábovou dráhu. Je to jedna z možností jak zvýšit životnost jeřábů a snížit opotřebení nákolků. Podobná metoda je již používána u kolejové dopravy.



Obr. 16 Chybějící nýt a opotřebované pojezdové kolo [10]

- **Pomocná kočka 20t**

Stávající stav konstrukce kočky odpovídá stáří a provozním podmínkám. Je nevratně deformovaný rám kočky což má za následek časté a nestejnoměrné opotřebování pojezdových kol. Zdvihové a pojezdové ústrojí splňuje všechny požadavky na provoz jeřábové kočky za předpokladu dodržování podmínek výrobcem uvedeným v návodu.

Navrhují výrobu nového rámu pro odstranění častých poruch na pojezdovém ústrojí jeřábové kočky, které je zapříčiněné zdeformovaným rámem. A následné přestrojení ze stávajícího rámu na nový rám s ohledem na opotřebení strojních součástí navrhuji výměnu pojezdových kol a všech kluzných ložisek, renovací zdvihového a pojezdového ústrojí.



Obr. 17 Opotřebované pojezdové kola [10]

- **Pomocná odklízecí kočka 100t**

Konstrukci kočky tvoří svařovaný rám, který odpovídá stáří a provozním podmínkám. Na OK jeřábové kočce nejsou viditelné žádné deformace ani trhliny v rámu. Zdvihové ústrojí vykazuje zvýšený hluk, který způsobuje opotřebované ozubené mezikolo zabírající do lanového bubnu a pastorku převodové skříně. Při zatížení lanových bubnů, hluk ozubení zesílí a je viditelná nedostačující vzdálenost mezi zuby. Lanové bubny svým stářím mají viditelně opotřebované drážky pro vedení lana. To je zapříčiněno maximálním vytížením při manipulaci s břemenem šikmým tahem. Pojezdové ústrojí jeřábové kočky nevykazuje žádné viditelné závady.

Odstranění stávajících závad je finančně velmi náročné, z hlediska výroby nových lanových bubnů. Proto navrhuji pouze renovaci lanových bubnů a kontrolu stávajícího stavu na skryté vady. Dále navrhuji výměnu opotřebovaného ozubení a kompletní renovaci zdvihového ústrojí. Tato renovace zahrnuje výměnu všech valivých a kluzných ložisek, opravu nebo výměnu poškozeného rozvodu mazání.

- **Pomocná kovací kočka 100t**

Svařovaný nosný rám nevykazuje žádné viditelné deformace, vady a trhliny. Zdvihové ústrojí má opotřebovaný brzdový kotouč, což je zapříčiněno opotřebením brzdového obložení a nevyhovující brzdou zdvihu, která má velké vůle v čepech. Kluzné uložení průběžné hřídele převodové skříně a ozubených mezikol je opotřebované, z důvodu nefunkčního mazacího agregátu. Lanové bubny a lanové kladky jsou bez zjevných závad. Odpružená kladnice má deformované a popraskané evolutní pružiny. Vodicí tyče evolutních pružin jsou viditelně oslabené. Pojezdové ústrojí nevykazuje žádné viditelné vady, ale při kontrole uložení pojezdových kol mostu byly zjištěny mírné radiální i axiální vůle na kluzných pouzdrech kol. Jisté axiální a radiální vůle neznamenají u kluzného uložení závadu. Větší axiální vůle jsou nepřípustné u hnacích kol, kdy se může vlivem axiální vůle kolo přesunout až do místa pastorku a začne docházet k poškozování nákolku kola resp. pastorku. Opotřebením a vůle u pojezdových kol vyhovuje požadavkům na provoz jízdy kočky.

Pro odstranění závad je zapotřebí vyměnit nebo zregulovat brzdový kotouč. Je nutné opravit brzdu zdvihu zvláště velké a nepřípustné vůle v čepech v rameni brzdy. Na

odpružené kladnici vyměnit vodící tyče pro evolutní pružiny. Při opravě odpružené kladnice, která při výměně pružin je kompletně demontována na dílčí části je nutno zvážit opotřebení axiálního ložiska háku a popřípadě vyměnit.

- **Hlavní kovací kočka 330t**

Jeřábova kočka se skládá ze svařovaného nosného rámu, který nemá žádné viditelné deformace ani trhliny. Hlavní zdvih při rozjezdu a zastavení vykazuje zvýšený hluk. Ten způsobuje opotřebovaná Oldhamová spojka, která propojuje převodové skříně. Další opotřebovanou částí svým stářím a provozováním je horní odpružená kladnice. Kde je viditelné opotřebování kluzného uložení pružného rámu a poškození evolutní pružiny. Při rozjezdu jeřábové kočky má celý rám velkou vůli, což je zapříčiněno opotřebovanými nákolky a zvětšenou radiální, axiální vůlí pojezdových kol. Kluzná ložiska nejsou pravidelně mazaná. Jeřábová kladnice má opotřebované kluzné uložení lanových kladek, které je viditelné při uvolnění lana.

Pro odstranění závad navrhuji renovaci pružného rámu horní kladnice, výměnu evolutních pružin a vodících tyčí (čepů). Výměnu kluzných ložisek lanových role, renovaci pojezdových kol a výměnu Oldhamové spojky viz příloha [A].



Obr. 18 Opotřebované kluzné uložení odpružené kladnice [10]

- **Jeřábová kabina**

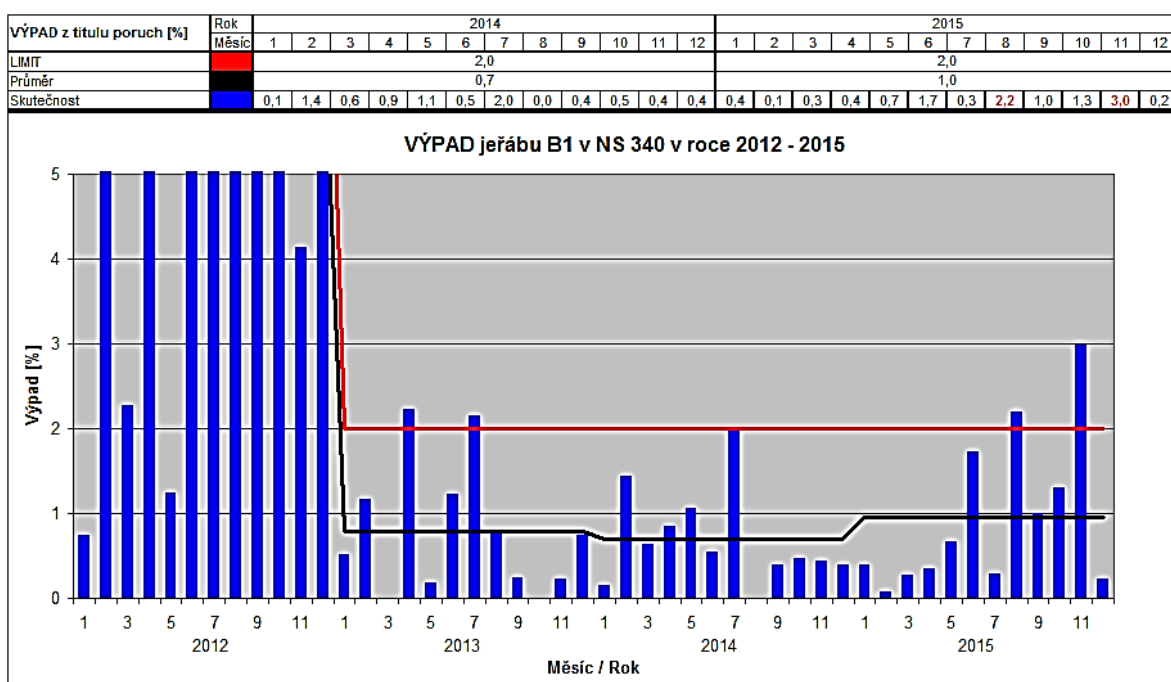
Svařovaný rám kabiny jeřábu je uchycen na dvou samostatných pohyblivých podvozcích pojíždějících po samostatné dráze. Kabina je propojena s jeřábem pomocí tříkloubového pantografu. Pohon ani propojení kabiny s jeřábem nevykazují žádné viditelné vady. Ovládací prvky jeřábu jsou bez zjevných závad.



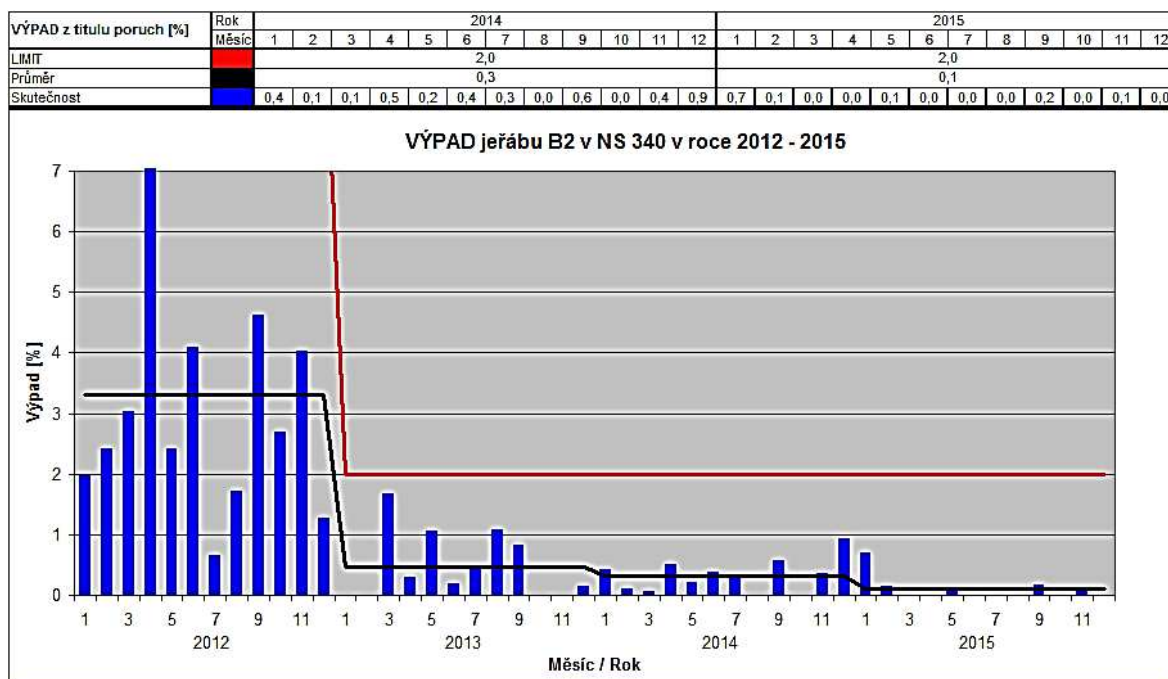
obr. 19 Jeřábová kabina [10]

7 Poruchovost

Z hlediska poruchovosti na provoze kovárny byla provedena statistika výpadku jeřábů B1 a B2. Data výpadku jeřábů byla zpracovaná programem Helios Green. Z dostupných dat je zřejmé, že jeřáb B2 má menší poruchovost, než jeřáb B1. Poruchy jeřábů zaleží na jeho využití. Většinu pracovních operací za jeřáb B2 převzal kovací manipulátor 160t, který obsluhuje lis. Jeřáb B1 je stále využíván na převoz materiálu z pece na pracovní místo lisu a při tváření dlouhých kusů.



Graf 1 Poruchovost jeřábu B1 [5]



Graf 2 Poruchovost jeřábu B2 [5]

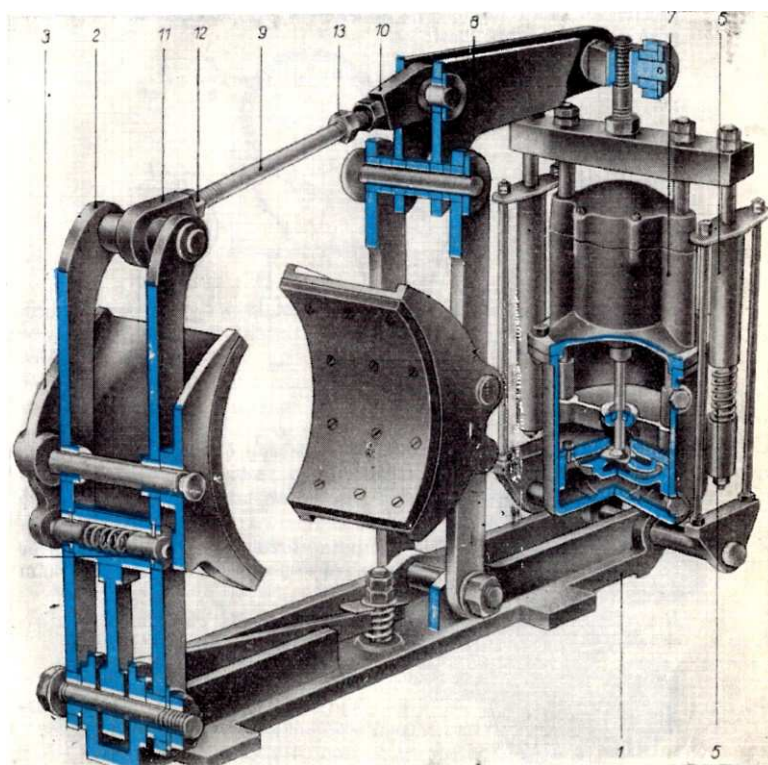
Nejčastější poruchy jsou zapříčiněné únavou materiálu nebo nedostatkem a nesprávnou aplikací tribologických procesů v systému jeřábu. Dalším z hlavních příčin je lidský faktor. Mezi nejčastější poruchové uzly patří kluzné uložení hřídelí a ozubených kol. Z důvodu nedostatku nebo nesprávnou aplikací mazacích tuků. Nemazané ozubení po delší době provozování se začne opotřebovávat a vytvářet vibrace, které se přenášejí na další pracovní uzly a ovlivňují chod celého stroje. Opotřebení pojezdových kol je také jedním z nejčastějších poruchových uzlů, které jsou většinou zapříčiněny nesprávným uložením kol, špatným stavem kolejnic a nefunkčním zařízením proti přičení jeřábu. Lidský faktor má největší vliv na správný chod stroje, protože každý obsluhovatel před zahájením své práce má za úkol zkontrolovat stav stroje. Někdy taková kontrola odhalí závady projevující se po spuštění stroje. Časté kontroly a opravářské směny ze strany údržby mnohdy odhalí závady, které nejsou hned zřejmé. Vzájemná spolupráce mezi provozem a údržbou snižuje rizika poruch a zvyšuje efektivnost stroje. [4]

8 Brzdy mostového kovacího jeřábu 330t

Jeřáb 330t je maximálně využíván při manipulaci a tváření materiálu, kdy dochází k velkým dynamickým rázům a vznikají šikmé tahy. Při výrobě nesmí docházet k samovolnému uvolnění břemene a pohybu jeřábu. Z tohoto důvodu jsou na jeřábu převážně zabudované stavěcí brzdy. Na pojezdovém a zdvihovém ústrojí jsou dvoučelist'ové brzdy, které mají přídavné závaží. Pojezd mostu je vybaven lamelovou brzdou s elektromagnetem. U hlavní kovací kočky proběhla rekonstrukce zdvihového ústrojí výměnou pásové brzdy za kotoučovou.

8.1.1 Dvoučelist'ová brzda

Dvoučelist'ová brzda je nejpoužívanější brzdou v průmyslu. Na jeřábech se využívá pro zdvihové ústrojí, ale i pro pojezdové. Tato brzda se vyrábí v provedení jako stavěcí a regulační brzda.

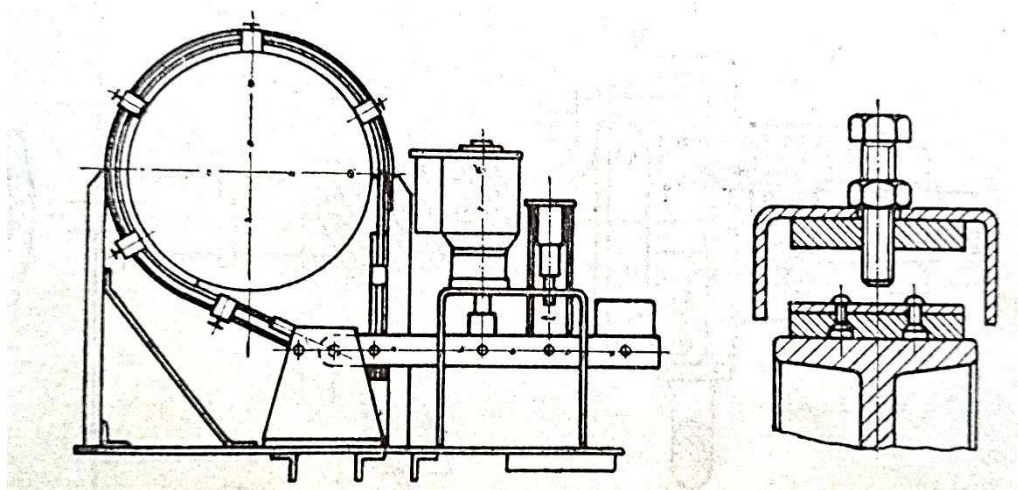


Obr. 20 Dvoučelist'ová brzda [2]

1 – podstavec brzd; 2 – rameno brzd; 3 – čelist; 4 – regulační pružina čelisti; 5 – pomocná odbrzd'ovací pružina; 6 – ochranné pouzdro; 7 – Eldro; 8 – páka brzd; 9 – seřizovací táhlo; 10-11 – seřizovací segment s pravým a levým závitem; 12-13 – pojistná matice;

8.1.2 Pásová brzda

Pásová brzda se skládá z rámu brzdy, kde je upevněná páka s třmenem a okem na kterém je přinýtovány pás. Druhá strana pásu je přinýtována k regulačnímu třmenu se závitem, který je zabudovaný na páku pasové brzdě. Konec páky je osazen elektrohydraulickým odbrzdovačem a zaváží ke zvýšení účinnosti brzd. Na ocelovém pásu je přinýtováno brzdové obložení, správné dosednutí pásu na brzdový kotouč zajišťuje ochranný kryt kolem pasové brzdě s regulovatelnými šrouby.



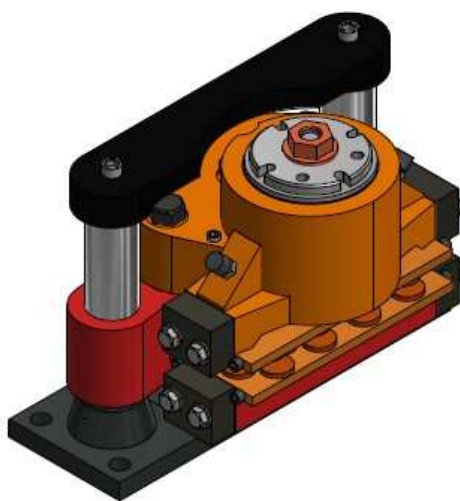
Obr. 21 Pásová brzda [1]

Technické údaje pasové brzdě:

- úhel opásání 250°,
- šířka pásu 250 mm,
- délka pásu 640 mm,
- vzdálenost mezi uchycením pásu 95 mm,
- obložení pásu Ferodo,
- součinitel tření f 0,35,
- zaváží 48 kg,
- elektrohydraulický odbrzdovač HLB 200.16.

8.1.3 Kotoučová brzda BSFI 300

Kotoučová brzda se v minulosti převážně používala u automobilů. V dnešní době kotoučové brzdy našly uplatnění nejen u automobilů, motorek, jízdních kol, ale také v těžkém průmyslu. Například jako bezpečnostní brzdy na jeřábech, brzdy větrných elektráren atd. Kotoučová brzda se skládá z podstavce brzy, na kterém je připevněn brzdící třmen. Třmen má dvě části pasivní a aktivní, na pasivní části třmene je připevněná brzdová destička, aktivní část má zabudovaný hydraulický brzdový systém, který pomocí pístu působí na brzdovou destičku. Při pohybu pístu dochází ke zmenšení brzdového profilu mezi aktivní a pasivní částí brzdění a k následnému zabrzdění brzdového kotouče.



Obr. 22 Kotoučová brzda BSFI 300 [10]

Údaje kotoučové brzdy:

- hmotnost třmene s konzolí 76kg,
- hmotnost třmene bez konzole 58 kg,
- celkové rozměry 326 x 316 x 379 mm,
- šířka brzd. destiček 130 mm,
- plocha destičky 29 mm²,
- max. opotřebení 10 mm
- jmenovitý koeficient tření $\mu = 0,4$,
- doba aktivace 0,3 s,
- rozsah provozní teplot -20°C až $+70^{\circ}\text{C}$,
- celková plocha pístu 138,2 cm².

Tabulka 2 - Technické údaje kotoučové brzdy [6]

Typ třmene	Přítlačná síla ¹⁾ [N]		Brzdná síla ²⁾ [N]	Úbytek síly na 1mm [%]	Provozní tlak [BAR]	Rovnovážný tlak ¹⁾ MIN [BAR]	Max. ³⁾ vzduch. mezera [mm]	Počet pružin	Tlak na plochu destičky ⁴⁾ [N/mm ²]
	MIN	MAX							
BSFI 317	17.000	19.000	13.600	4	39	25	3	21x1	0,66 - 0,95
BSFI 320	20.000	22.200	16.000	3	45	29	3	22x1	0,77 - 1,11
BSFI 322	22.000	24.500	17.600	3	50	32	3	22x1	0,84 - 1,23
BSFI 325	25.000	27.800	20.000	12	55	36	3	22x1	0,96 - 1,39
BSFI 330	30.000	33.100	24.000	12	70	44	3	11x2	1,14 - 1,66
BSFI 335	35.000	38.300	28.000	8	75	51	3	11x2	1,32 - 1,92
BSFI 340	40.000	43.600	32.000	7	85	58	3	11x2	1,50 - 2,18
BSFI 350	50.000	55.000	40.000	11	105	72	3	8x3	1,86 - 2,70
BSFI 360	60.000	65.000	48.000	9	130	87	3	8x3	2,22 - 3,22
BSFI 370	70.000	75.000	56.000	8	150	101	3	8x3	2,58 - 3,74

8.2 Výpočty pásové a kotoučové brzdy

Před zahájením výpočtu je nutné znát tyto údaje. Pro obě brzdy budou použité stejné motory a stejné převodové skříně. V jediné v čem se liší podmínky výpočtu je brzdový kotouč a druh obložení.

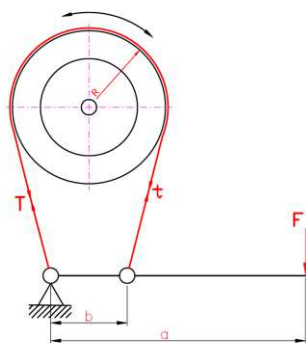
Brzdový kotouč pásové brzdy	Ø 600 mm,
brzdový kotouč kotoučové brzdy	Ø 850 mm,
otáčky motoru	737 ot·min ⁻¹ ,
výkon motorů	220 kW.

8.2.1 Výpočty pásové brzdy

Při otáčení brzdového kotouče vzniká tření v závislosti na obvodové síle a tahem. Pro výpočet vláknového tření platí Eulerův vztah. [1]

$$T = t \cdot e^{f\alpha} \quad (1.01)$$

e – základ přirozených logaritmů	e = 2,718
f – součinitel tření	f = 0,35
α – úhel opásání	[rad]



Obr. 23 Schéma pásové brzdy [10]

Ze síly působící na páku vypočítám sílu malé t [1]

a = délka páky pasové brzdy 0,640 m,

b = vzdálenost uchycení pásu 0,095 m,

m = hmotnost závaží 48 kg,

α = úhel opásání 4,363 rad.

$$S = t \cdot \frac{b}{a} \quad (1.02)$$

$$m \cdot g = t \cdot \frac{b}{a}$$

$$t = \frac{m \cdot g \cdot a}{b}$$

$$t = \frac{48 \cdot 9,81 \cdot 0,640}{0,095}$$

$$t = 3172,244 \text{ N}$$

$$T = t \cdot e^{f \cdot \alpha}$$

$$T = 3172,244 \cdot e^{0,35 \cdot 4,363} \quad (1.01)$$

$$T = 14606,83 \text{ N}$$

Z rovnováhy momentu k ose otáčení brzdového kotouče bude brzdný moment [1]

$$Mu = T \cdot r - t \cdot r = (T - t) \cdot r$$

$$Mu = (14606,83 - 3172,244) \cdot 0,3$$

$$Mu = 3430,1268 \text{ Nm} \quad (1.03)$$

Výpočet obvodové síly [1]

✓ obvodová síla	F_o ,
✓ styková plocha	S ,
✓ součinitel tření	f ,
✓ obvodová rychlost	v [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],
✓ šířka pásu	b .

$$Fo = \frac{Mu}{r} = T - t = t \cdot (e^{f \cdot \alpha} - 1) \quad (1.04)$$

$$Fo = \frac{3430,1268}{0,3}$$

$$Fo = 11433,756 \text{ } N$$

Obvodová rychlost brzdového kotouče []

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \quad (1.05)$$

$$v = \frac{\pi \cdot 0,6 \cdot 737}{60}$$

$$v = 23,1535 \text{ } m \cdot s^{-1}$$

Měrný výkon pro brzdu stavěcí [1]

$$P = ps \cdot f \cdot \frac{v}{2} \quad (1.06)$$

$$P = 99810,19 \cdot 0,35 \cdot \frac{23,1535}{2}$$

$$P = 404417,166 \text{ } W$$

Střední měrný tlak na pás ps [1;3]

$$ps = \frac{Fo}{S \cdot f}$$

$$ps = \frac{11433,756}{0,3273 \cdot 0,35} \quad (1.07)$$

$$ps = 99810,19 \text{ } Pa$$

$$S = \pi \cdot D \cdot \frac{\alpha^\circ}{360} \cdot b$$

$$S = \pi \cdot 0,6 \cdot \frac{250}{360} \cdot 0,250 \quad (1.08)$$

$$S = 0,3273 \text{ } m^2$$

8.2.2 Výpočet kotoučové brzdy

Brzdňý moment ze vztahu: [6]

$$\begin{aligned}M_B &= a \cdot F_B \cdot \frac{(D - 0,13)}{2} \quad [Nm] \\F_B &= F_C \cdot 2 \cdot \mu \quad [Nm]\end{aligned}\tag{1.09}$$

- a – počet třmenů působících na kotouč,
- F_B – brzdňá síla,
- D – vnější průměr disku,
- μ – koeficient tření,

$$\begin{aligned}M_B &= a \cdot F_B \cdot \frac{(D - 0,13)}{2} \\M_B &= 1 \cdot 24000 \cdot \frac{(0,850 - 0,13)}{2} \\M_B &= 8640 \quad Nm\end{aligned}\tag{1.09}$$

8.3 Vyhodnocení výpočtů

Z výpočtu je zřejmé, že kotoučová brzda má lepší brzdící moment, a proto usuzují, že je účinnější než brzda pásová.

$$\begin{aligned}M_B &> M_U \\8640 &> 3430,13 \quad Nm\end{aligned}\tag{1.10}$$

Výhodou kotoučové brzdy je snadná a rychlá výměna brzdových destiček a seřízení brzdy. Nevýhodou kotoučové brzdy je právě její rychlost zabrzdění, kdy nevznikne dostatečné proklouznutí brzdového kotouče v čelistech. Při zabrzdění vznikají velké rázy (zhoupnutí), které se přenáší na celé OK kočky a negativně se projevují prasklinami na OK kočky. Je třeba si připomenout, že na kovacím jeřábu jsou dvě převodové skříně zdvihu, které jsou propojené Oldhamovou spojkou a mají dvě kotoučové brzdy, proto skrývají určité nevýhody. Při poruše jedné ze dvou používaných brzd dojde k sevření čelistí jedné strany a druhá strana bude mít tendenci otočit brzdovým kotoučem. V takovém případě může dojít k poškození převodové skříně. Každá závada se dá řešit, ale musí se včas

odhalit, proto jedním z návrhů na odstranění stávajícího problému je instalace diagnostických prvků na převodové skříně, které by sledovaly opotřebení brzdového kotouče a nežádoucí vibrace.

Přestože pásová brzda je účinnější, než brzda čelist'ová pro náš kovací jeřáb je zcela nevyhovující. Důvodem je až moc velké přesmyknutí kotouče, kdy dochází k nekontrolovatelnému uvolnění břemene. Brzdové obložení bez asbestu nemá takové vlastnosti, aby odolalo teplotám, kterým je vystaveno při kovářských pracích. Proto dochází k opotřebení obložení a k častým výměnám, které mají vliv na výrobu. Z tohoto důvodu je výhodnější pro jeřáb 330t na zdvihovém ústrojí kotoučová brzda, která má lepší brzdné vlastnosti, nežli brzda pásová.

9 Výměna pásové brzdy za brzdou kotoučovou

Z ekologického důvodu bylo z průmyslu a z brzdového obložení odstraněny asbestové složky, které měly dobré vlastnosti vůči teplotám způsobené brzděním. Reakce firem zabývajících se obložením o náhradu různými metodami spékání a úpravou obložení se částečně povedla. Pro naši pásovou brzdou, která je maximálně využívána při manipulaci a tváření materiálu je zcela nevyhovující. Problematika byla řešena výměnou brzdového obložení, ale bez kladného výsledku. Při delším používání brzdy dochází k zahřívání brzdového kotouče a následné tvorbě hladkého povrchu na obložení. Z tohoto důvodu vzniká větší přesmyk brzdy než je zapotřebí, také hrozí náhlé uvolnění břemene. Uvolnění je nepřípustné při tváření materiálů a manipulaci se zavěšeným břemenem. Vedení NS kovářny se rozhodlo pro výměnu zastaralé pásové brzdy za novou. Pro řešení této problematiky byly osloveny tři renomované firmy, které se zabývají brzdovými systémy. První návrh na výměnu pásové brzdy za dvoučelistovou, kladl požadavky na kompletní rekonstrukci zdvihového ústrojí. Tato rekonstrukce představovala výměnu motorů a převodových skříní. NS kovářny návrh zamítnul z ekonomického hlediska. Druhý návrh byl obdobný, taktéž představoval kompletní rekonstrukci. Po osobní návštěvě zastoupení fa. Svendborg Brakes a konzultaci s provozovatelem, byl následně vypracován návrh na výměnu pásové brzdy. Tento návrh se týkal pouze rekonstrukce stojanu pro kotoučovou brzdou, výměnou brzdového kotouče a montáž stojanu pro hydraulickou jednotku. Z ekonomického a technického hlediska byl tento návrh nejlepším řešením problematiky s brzdovým systémem.

9.1 Montáž kotoučové brzdy

Zkrácený postup při výměně pásové brzdy za brzdou kotoučovou na jeřábu B1 330t:

- odstavení jeřábu,
- ustavení kladnice kočky 330t do stojanu na podlaze haly,
- uvolnění lan,
- zajištění lanových bubnů,
- rozčepování spojky posunutím motorů,
- demontáž pásové brzdy,
- demontáž horní předlohy převodové skříně,



Obr. 24 Demontáž pásové brzdy [10]

- demontáž stávajícího brzdového kotouče,
- výměna ložisek a gufer,
- montáž nového brzdového kotouče,
- vyvážení brzdového kotouče přeregulováním brzdných ploch,



Obr. 25 Horní předloha převodové skříně [10]

- montáž stojanů kotoučové brzdy,
- montáž brzdového třmenu,
- montáž horní předlohy do převodové skříně,
- montáž hydraulického systému brzdy,
- montáž a ustavení motoru,
- seřízení hydraulické jednotky a brzdy.



Obr. 26 Montáž kotoučové brzdy a horní předlohy [10]

Při funkční zkoušce docházelo k prudkému zastavení brzdového kotouče, kdy nedocházelo k dostatečnému proklouznutí mezi brzdovým obložením. Další problém se ukázal při samotném spuštění, kdy elektromotory začaly vytvářet točivý moment a brzdňý systém reagoval opožděně s uvolněním brzdového kotouče. Vzniklé problémy jsme odstranili přidáním hydraulické řídicí jednotky a seřízením brzdňého systému. Z toho bylo zřejmé, že jedna hydraulická řídicí jednotka pro dvě kotoučové brzdy je nedostačující. Odstraněním stávajících závad byly splněny stanovené podmínky provozovatelem.

10 Test dvou různých dodavatelů obložení

Vedoucí NS 774 p. Baránek mě pověřil o řešení problematiky častých poruch na zdvihovém ústrojí. Problematika se týká brzdového obložení, které při nedostatečném přesmyknutí brzdového kotouče v sevřených brzdových čelistí přenáší velké rázy na zdvihové ústrojí. Kdy dochází častému poškození samotného obložení a nebezpečí ukroucení hřídele převodové skříně. Tato změna dodavatele měla za cíl snížit rázy, ale musí být dodrženy kritéria stanovené výrobcem brzdy. Z tohoto důvodu byl proveden srovnávací test. Srovnávací test brzdového obložení dvou různých dodavatelů jsem provedl pod dozorem vedoucího údržby p. Baránka, výměnu brzdového obložení a seřízení brzdové systému provedli pracovníci údržby za dohledu jeřábového technika.



Obr. 27 Poškozené obložení [10]

Popis testu:

Na hák mostového jeřábu s nosností 330t bylo zavěšeno břemeno o hmotností 300t. Před započítáním úkonu byla změřená teplota brzdového kotouče (materiál 11 503.1), měřeno ručním laserovým termometrem Raytek typ Raynger STTM. Pak bylo břemeno zdviháno a opětovně spouštěno ve výškovém rozmezí cca 1m a měřen čas od sevření brzdových čelistí, až po úplné zastavení brzdového kotouče. Naměřený čas má ukázat dobu

přesmyknutí brzdového kotouče v sevřených brzdových čelistích. Hodnoty po 10-ti úkonech (úkon je 1m dolů a 1m nahoru) byly průběžně zapisovány do tabulky. Naměřené hodnoty byly odměřeny digitálními stopkami za stejných teplotních podmínek brzdového kotouče. Teplota měřeného kotouče nepřesáhla 45°C. Měření obou druhů brzdového obložení provedla tatáž osoba, která dohlížela na dodržení stanovených podmínek testu.

Tabulka 3 - Hodnoty srovnávacího testu [10]

poř.č.	Dodavatel 1		Dodavatel 2	
	úkon nahoru [s]	úkon dolů [s]	úkon nahoru [s]	úkon dolů [s]
1	/0,25/	/0,57/	0,56	/0,84/
2	0,32	0,71	0,49	1,03
3	0,35	0,69	0,57	0,92
4	0,42	0,89	0,54	1,06
5	0,34	1,00	0,65	0,98
6	0,42	1,08	0,62	1,02
7	0,48	1,06	/0,69/	/1,09/
8	0,52	0,95	/0,48/	0,96
9	/0,62/	1,00	0,58	1,05
10	0,48	/1,09/	0,59	1,01
suma Σ	3,33	7,38	4,6	8,03
průměr	0,416 s	0,923 s	0,575 s	1,004 s

Naměřené hodnoty jsou ovlivněny reflexí měřící osoby, proto byly z naměřených hodnot pro výpočet, vždy odstraněny nejmenší a největší naměřený čas.

Závěr testu:

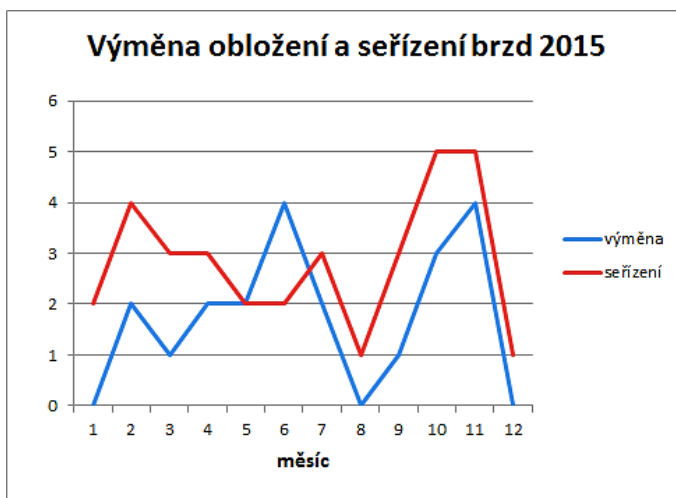
Drobné odchylky jednotlivých druhů brzdového obložení v průměrech naměřených časů jsou zřejmě zapříčiněny rozličnou dosedací plochou brzdového obložení a brzdového kotouče. Obložení (dodavatele č. 2) se nestačilo během testu (cca 1hod) usadit dle nerovnosti brzdového kotouče. Obložení (dodavatele č. 1) bylo v brzdovém systému zabudované mnohem dříve (cca 200 hod.), proto lépe kopírovalo nerovnost brzdového kotouče. Tento test byl proveden z důvodu výměny dodavatele brzdového obložení, který navrhoval měkkší směs obložení a tím se má zvětšit doba přesmyknutí brzdového kotouče. Z těchto výsledků usuzuji, že oba druhy mají dobré, nám vyhovující frikční vlastnosti.

Dle údržbářské knihy prohlídek jsem provedl diagnostiku opotřebení testovaného obložení. Ukazatel výměn obložení na kovacích jeřábech a porovnání cen obou dodavatelů ukázal, že výměna dodavatele zlepší funkčnost brzdy a sníží náklady na údržbu.

V tabulce je zaznamenáno počet vyměněných brzdových destiček a seřízení brzdového systému, za každý měsíc v roce 2015. Na grafickém znázornění je zřejmé, při výměně obložení následuje častější seřizování brzdového systému.

Tabulka 4 - Výměna obložení a seřízení brzd za období 2015 [10]

Výměna brzdových destiček a seřízení brzd		
měsíc	výměna	seřízení
1	0	2
2	2	4
3	1	3
4	2	3
5	2	2
6	4	2
7	2	3
8	0	1
9	1	3
10	3	5
11	4	5
12	0	1
Σ	21	34



11 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem popsal výměnu pásové brzdy za brzdu kotoučovou. Pomocí výpočtu brzdných momentů jsem porovnal kotoučovou brzdu s pásovou, také jsem zmínil nevýhody a navrhnul řešení problematiky. Pro změnu dodavatele jsem provedl srovnávací test obložení. Dále jsem určil stávající stav jeřábu a navrhnul odstranění zjištěných závad. Toto posouzení bylo podmínkou pro vypracování cenové nabídky na nadcházející opravy. Odstraněné závady určitě prodlouží životnost jeřábu a zvýší bezpečnost provozování, ale také z ekonomického hlediska nákladu na údržbu to bude přínosem pro provozovatele kovárny.

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Dr. Ing. Jaroslavovi Meleckému za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce. Rád bych také poděkoval celé katedře výrobních strojů a konstruování za odborné a názorné ukázky diagnostiky.

Rád bych poděkoval vedoucímu NS 774 panu Baránkovi za ochotu, kterou projevil při získávání podkladů pro bakalářskou práci, panu Grossmannovi za technický a historický výklad kovacích jeřábů, který není uvedený v archivu, děkuji svým spolupracovníkům za ochotu a trpělivost.

Rád bych poděkoval fa. Svendborg Brakes se zastoupením v Praze, za poskytnuté materiály a spolupráci při výměně pásové brzdy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] REMTA, František; KUPKA, Ladislav; DRAŽAN, František. *Jeřáby: I. díl*. Vyd. 2. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1974. 645 s.
- [2] DVOŘÁK, Rudolf. *Stroje: pro 3. Ročník středních průmyslových škol strojnických*. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1968. 286 s
- [3] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel; *Strojnické tabulky (4. Přepřacované vydání)*. Úvaly, 2008, ALBRA – Pedagogické nakladatelství. 914 s.
- [4] HELEBRANT, František; *Technická diagnostika a spolehlivost IV. Provoz a údržba strojů*, Ostrava 2007, Vysoká škola Báňská – technická univerzita Ostrava.
- [5] VÍTKOVICE HEAVY MACHYNERY a.s., *archív NS 340 Kovárna*.
- [6] SVENDBORG BRAKES, [online]. Dostupné z: *návod k použití*, <http://www.svendborgbrakes.com/>
- [7] TESPO OSTRAVA. *Brzdové obložení*; [online] Dostupné z: <http://www.tespo-ostrava.cz/brzdove.htm>
- [8] MAGNETEK, *Heavy – duty disc brakes*; [online]. Dostupné z: <https://www.magnetekmh.com/Products/Brakes/Brakes/Heavy%20Duty%20Disc%20Brakes>
- [9] KRÁLOVO POLE CRANES, *Komponenty zdvihu jeřábu*; [online] Dostupné z: <http://www.kpc.cz/cs/produkty/komponenty-zdvihu-jerabu.aspx>
- [10] Autor

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ:

Obr. 1 Kotoučová brzda [8]..... Dvoučelist'ová brzda [9]	6
Obr. 2 Brzdové obložení [10].....	8
Obr. 3 Obložení lepené a přišroubované [10]	9
Obr. 4 Výstavba kovárny a zahájení provozu [5].....	10
Obr. 5 Kovací jeřáb 330t [10]	13
Obr. 6 Schéma pojezdového ústrojí jeřábu [10].....	15
Obr. 7 Zdvihové ústrojí hlavní kovací kočky [10].....	17
Obr. 8 Pojezd hlavní kovací kočky [10].....	18
Obr. 9 Zdvih odklízecí kočky [10]	19
Obr. 10 Pojezd odklízecí kočky [10].....	20
Obr. 11 Zdvih pomocné kovací kočky [10]	21
Obr. 12 Pojezdové ústrojí pomocné kovací kočky [10].....	22
Obr. 13 Zdvih pomocné kočky 20t [10].....	24
Obr. 14 Pojezd pomocné kočky 20t [10].....	24
Obr. 15 Pojezdové ústrojí kabiny jeřábu [10]	25
Obr. 16 Chybějící nýt a opotřebované pojezdové kolo [10]	29
Obr. 17 Opotřebované pojezdové kola [10].....	29
Obr. 18 Opotřebované kluzné uložení odpružené kladnice [10].....	31
obr. 19 Jeřábová kabina [10]	32
Obr. 20 Dvoučelist'ová brzda [2]	35
Obr. 21 Pásová brzda [1].....	36
Obr. 22 Kotoučová brzda BSFI 300 [10]	37
Obr. 23 Schéma pásové brzdy [10]	38
Obr. 24 Demontáž pásové brzdy [10]	44
Obr. 25 Horní předloha převodové skříně [10].....	44
Obr. 26 Montáž kotoučové brzdy a horní předlohy [10].....	45
Obr. 27 Poškozené obložení [10]	46

SEZNAM GRAFŮ:

Graf 1 Poruchovost jeřábu B1 [5]	33
Graf 2 Poruchovost jeřábu B2 [5]	34

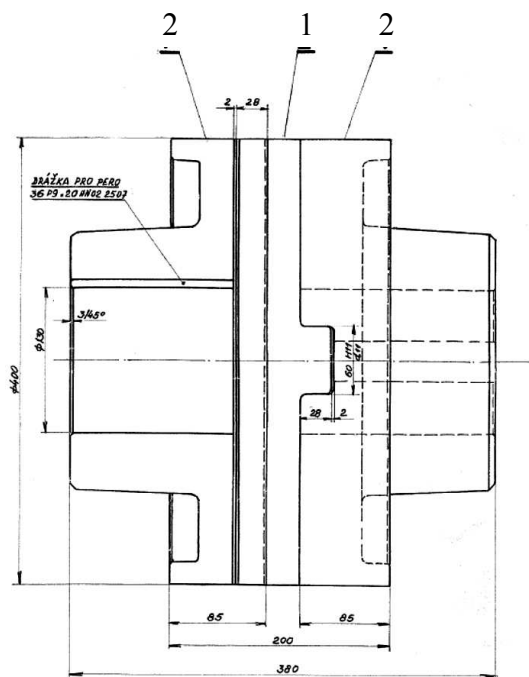
SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1 - Technické údaje jeřábu [5]	26
Tabulka 2 - Technické údaje kotoučové brzdy [6].....	38
Tabulka 3 - Hodnoty srovnávacího testu [10].....	47
Tabulka 4 - Výměna obložení a seřízení brzd za období 2015 [10]	48

SEZNAM PŘÍLOH:

- [A] Oldhamová spojka [5]
- [B] 3D kotoučová brzda [10]
- [C] Výrobní výkres brzdového kotouče [10]

Příloha [A] – Oldhamová spojka [5]



2	3/85689	1	SPJOVACÍ DESKA	φ 400 - 86	42 2442	39,6	Odliš
1	3/85689	2	KOTOUŠ SPOJKY	φ 400 - 175	12 060,4	81,5	
Pol. čl.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu, čí. normativní soustavy	Materiál	Stav výroby 1 - 10	Průběh
Pr. 1	Čís. výro. znak	Pr. 2	Čís. výro. znak	Pr. 3	Čís. výro. znak	Pr. 4	Čís. výro. znak
Měřítko	Kreslil: <i>Nový</i>	Norm. měřítko	Výk. měřítko	3/85689			
2:5	2:5	2:5	2:5	1 Datum: 14. 4. 1958			
Tit. 2:5 P. 3001 - zdvih kochky 3001				3/85689			
NOVÁ HUŤ KUMENIA GOTHWANDA NÁRODNÍ PODNIK Ošová Kladka				OLDHAMOVÁ SPOJKA φ 400			
3				KOU-500-123			